

# **IMPLIKASI PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU KOTA BATAM**

## **TESIS**

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan  
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota

Oleh :

**MUHAMMAD DICKY**  
L4D 005 085



**PROGRAM PASCASARJANA  
MAGISTER TEKNIK PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2008**

# **IMPLIKASI PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM**

Tesis diajukan kepada  
Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota  
Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

Oleh :  
**MUHAMMAD DICKY**  
L4D005085

Diajukan pada Sidang Ujian Tesis  
Tanggal 04 September 2008

Dinyatakan Lulus  
Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Magister Teknik

Semarang, September 2008

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Ir. Artiningsih, M.Si

Prof. Dr. Ir. Sugiono Soetomo, CES, DEA

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota  
Program Pascasarjana Universitas Diponegoro

**Dr. Ir. Joesron Alie Syachbana, MSc**

**PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Semarang,      Novemver 2008

**MUHAMMAD DICKY**

NIM L4D 005 085

*Allah telah menjanjikan kepada orang-orang yang beriman dan beramal soleh, (bahwa) untuk mereka ampunan dan pahala yang besar.*

*Hai orang-orang yang beriman, ingatlah kamu akan ni'mat Allah (yang diberikan-Nya) kepadamu, di waktu suatu kaum bermaksud hendak menggerakkan tangannya kepadamu (untuk berbuat jahat), maka Allah menahan tangan mereka dari kamu. Dan bertakwalah kepada Allah, dan hanya kepada Allah sajalah orang-orang mu'min itu harus bertawakkal.*

(Al-Mai'dah)

*Tesis ini kupersembahkan  
sebagai wujud rasa terima kasihku  
yang tak terhingga kepada:*

*Ayah, Ibu, kakakku dan adikku tercinta  
Hampan nasehat dan teladannya akan kutanami  
dengan benih-benih amal kebajikan*

*Istriku tersayang Elfi Rahmi  
Rahasia dan makna kehidupan yang telah kita jalani,  
memperindah dan memperkaya jatidiri menuju keridho'an Allah*

*Anakku tercinta Talita Aaliyah Zahra  
Harapan dan semangat yang tidak pernah padam dalam setiap  
langkahku*

## ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok bagi manusia. Seiring dengan pesatnya perkembangan penduduk maka kebutuhan air bersih untuk masyarakat juga semakin meningkat. Namun dengan buruknya kualitas air baku untuk air minum, biaya produksinya meningkat dan hasilnya juga kurang baik. Suplai air bersih dengan kualitas yang kurang memenuhi standar atau tercemar baik secara fisik, biologis ataupun kimia dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat atau penduduk secara luas dengan waktu yang singkat. Oleh sebab itu penyediaan air bersih harus dapat memasok air untuk masyarakat dengan kualitas yang memenuhi standar kesehatan.

Dam Duriangkang merupakan dam terbesar di Pulau Batam di antara 6 (enam) dam yang ada. Dam ini digunakan untuk memenuhi 78% kebutuhan air baku penduduk Kota Batam, dikarenakan sifat tanahnya yang sulit menyerap air sehingga wilayah di Kota Batam sebagian besar tidak mempunyai cadangan air tanah.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan permukiman terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang Kota Batam. Sedangkan untuk mencapai tujuan tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan beberapa kegiatan diantaranya mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di sekitar wilayah Dam Duriangkang Kota Batam, menganalisis sumber pencemaran air baku di Dam Duriangkang Kota Batam, dan membuat rekomendasi dalam mengatasi pencemaran air baku di wilayah Dam Duriangkang Kota Batam.

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif dengan melakukan analisis perkembangan penggunaan lahan yang terjadi di daerah permukiman di sekitar Dam Duriangkang. Kemudian dilanjutkan dengan analisis kualitas air, analisis dampak pencemaran limbah domestik terhadap air baku Dam Duriangkang dan analisis hubungan guna lahan terhadap pencemaran Dam Duriangkang.

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penggunaan lahan di wilayah studi adalah untuk permukiman. Penggunaan lahan permukiman mengalami peningkatan pada tahun 2000 hingga 2007 sebesar 54,31 Ha atau 18,17%. Hal ini dipicu oleh adanya laju pertumbuhan penduduk rata-rata per tahun di wilayah studi dari tahun 2000 hingga tahun 2007 sebesar 18,73%, yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk secara umum di Kota Batam serta letak geografis wilayah studi yang strategis dekat dengan kawasan industri, pusat pemerintahan, perdagangan dan berbagai sarana perkotaan seperti pelabuhan internasional serta bandara. Banyaknya aktivitas penduduk di wilayah studi menimbulkan dampak terjadinya penurunan kualitas air baku di Dam Duriangkang. Limbah domestik yang masuk ke dalam dam berasal dari buangan septik tank yang disalurkan ke drainase yang melewati permukiman dan berakhir di Dam Duriangkang. Pencemaran yang terjadi di Dam Duriangkang menunjukkan adanya peningkatan dari tahun 2000 hingga tahun 2006 terutama untuk parameter amonia dari 0,3 mg/l menjadi 6,58 mg/l, warna dari 55 TCU menjadi 87,08 TCU dan e coli dari 65,22/100ml menjadi 129,58/100 ml.

Ketersediaan air baku pada beberapa dam di Kota Batam khususnya Dam Duriangkang yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup penduduk perlu dijaga dan dilindungi kualitas maupun kuantitasnya terutama dari pencemaran limbah domestik yang berasal dari aktivitas penduduk disekitarnya. Sosialisasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan serta melakukan pengolahan limbah dengan cara komunal maupun terpusat (*centralized*) perlu dilakukan.

Kata kunci : guna lahan, air baku, kualitas air dan pencemaran

## **ABSTRACT**

*Water is the substantial needs for human being. Along with rapid growth of population, clean water which required by people increases also. However, obsolence raw water quality for drinks, the production expense get increase, and the result is not good enough. Clean water supply has not according to the standard and impure in physically, biologic, or chemically. It could cause negative impact for people's or inhabitant's health in short of period. Therefore, clean water supply should able to provide water for people with comply healthy standard.*

*Duriangkang Dam is one of the biggest dam in Batam Island, among 6 (six) existed dam. This Dam used to fulfil 78% of raw water needs, it caused by soil was hard to absorb water, and so that most of Batam City's area has not ground water reserve.*

*This research aims to analysis the impact of land conversion into raw water quality in Duriangkang Dam, Batam City. While, to achieve the aim, this research performed. Some of activities are identifying land use conversion around Duriangkang Dam, Batam City, analysis the water contamination resource and provide recommendation due to handling raw water contamination in area of Duriangkang Dam Batam City.*

*The method is descriptive by analysis development of land use which occurs in houses area around Duriangkang Dam. Furthermore, it continued by analysis the water quality, impact of domestic waste contamination to raw water Duriangkang Dam and relationship analysis of land use to Duriangkang Dam contamination.*

*Based on analysis result, concluded that most of land use in study area for house is. Land use of houses get increases in 2000 to 2007 for 54.31 Ha or 18,17%. It is triggered by resident growth rate/year in study area from 2000 to 2007 for 18.73% which is influenced generally by resident growth in Batam City and the geographic position of study region that is strategic, near industrial area, governmental centre, trade, and others city's infrastructures such as intemational harbour and airport. There are many people's activities in study area that cause decreases of raw water quality in Duriangkang Dam. The domestic waste that entering Dam came from septic tank which connected to drainage through houses and ended in Duriangkang Dam. Ccontamination in Duriangkang Dam shows increase is from 2000 to 2006, especially for ammonia parameter from 0.3 mg/l to be 6.58 mg/l, colour from 55 TCU become 87.08 TCU and e coli from 65.22/100ml to be 129.58/100 ml.*

*The availability of raw water in a few Dam in Batam City, especially Duriangkang Dam used to fulfil people's need should maintained and protected, both the quality and quantity especially from domestic waste contamination which came from around people's activities. There are needs to perform socialization due to environmenes cleanness also performing waste processing both communal and centralized*

**Keywords:** *land use, raw water, water quality and contamination*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, berkah, taufik dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu persyaratan dalam Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro Semarang

Berbagai kendala dan keterbatasan yang terjadi dalam penyusunan tesis ini akhirnya bisa diatasi sehingga tesis ini bisa terselesaikan dengan baik. Walaupun jauh dari kata sempurna namun penulis berusaha untuk menyajikan yang terbaik dalam tesis yang berjudul **Implikasi Perubahan Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Baku Di Kota Batam.**

Berkat selesainya penyusunan tesis ini, tidak lupa ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Ir. Nana Rukmana D. Wirapraja, MA selaku Kepala Pusbiktekn Departemen Pekerjaan Umum, yang telah memberikan kesempatan mengikuti pendidikan.
2. Djoko Sugijono selaku Kepala Balai Peningkatan Keahlian Pengembangan Wilayah dan Teknik Konstruksi di Semarang beserta staff dan karyawan.
3. Dr.Ir.Joesron Alie Syahbana, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Prof. Dr. Soegiono Soetomo, CES, DEA, selalu Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Ir. Artiningsih, MSi selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Dr. Ir. Asnawi selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak Dr. Ir. Suseno Darsono, M.Sc selaku Dosen Penguji II.
8. Seluruh dosen pengampu mata kuliah dan program MTPWK Konsentrasi Manajemen Prasarana Perkotaan UNDIP.
9. Ayah dan bunda, Bp.Suratin dan Ibu Sri Maryati, istriku (Elfi Rahmi) dan anakku (Talita) juga kakak dan adikku (Troy & Vita) serta keponakan-keponakanku (Vino & Keisha), tak lupa Bp/Ibu mertua (H. Rizal & Hj. Darwati).

10. Rekan-rekan di Pemerintah Kota Batam, Agung, Zulpenedy, Irawan, Ade, Edward, Asril dan rekan-rekan yang lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.
11. Rekan-rekan Otorita Batam, Bp Yayan, yang telah memberi bantuan dan atensi yang besar selama ini, Bp. Wulung, Bp. Mazlan, dan Mas Bayu atas bantuan dan kerjasamanya.
12. Bp. William, Ibu Joan beserta karyawan dan staff PT.Adhya Tirta Batam yang telah banyak membantu menyediakan data selama penelitian.
13. Staf dan karyawan Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Kelas I Batam yang telah membantu dalam pengambilan sample air limbah.
14. Rekan-rekan mahasiswa MTPWK Modular angkatan III tahun 2005, Bapak/Mas/Ibu : Andri, Apri, Bambang, Dyah, Eko, Endry, Gatot, Gunawan, Hary, Ibrahim, Joickson, Hanafi, Oyer, Riri, Robbi, Sugeng, Wandu, Trisianus, Tulak, Zakaria, Nur, Yadi, Saleh, Subkhan, dan Maryono, atas kebersamaan, bantuan dan persahabatan selama masa perkuliahan, membuat suasana perkuliahan menyenangkan.
15. Karyawan Balai yang telah banyak membantu selama tinggal di asrama terutama Pak Karjoko.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu hingga selesainya laporan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis harapkan kritik dan saran. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita bersama, bagi Pemerintah Kota Batam dan khususnya untuk kemajuan ilmu pengetahuan, Amien

Semarang, September 2008

Penulis

MUHAMMAD DICKY

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan dan Sasaran .....	5
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	5
1.3.2 Sasaran Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Posisi dan Keaslian Penelitian .....	7
1.5.1 Posisi Penelitian dalam Ilmu Manajemen Prasarana Wilayah Kota	7
1.5.2 Keaslian Penelitian .....	7
1.6 Ruang Lingkup .....	8
1.6.1 Ruang Lingkup Materi .....	8
1.6.2 Ruang Lingkup Wilayah .....	9
1.7 Pendekatan dan Metode Pelaksanaan Studi .....	10
1.7.1 Pendekatan Studi .....	10
1.7.2 Metode Pengumpulan Data .....	11
1.7.3 Metode Analisis .....	13
1.7.4 Kerangka Pemikiran .....	13
1.8 Sistematika Penulisan .....	15
<b>BAB II KAJIAN TEORI TERHADAP GUNA LAHAN DAN KUALITAS AIR</b>	
<b>BAKU .....</b>	<b>18</b>
2.1 Penggunaan Lahan .....	18
2.1.1 Perubahan Penggunaan Lahan .....	19
2.1.2 Urbanisasi .....	20
2.2 Pencemaran Limbah Domestik .....	22
2.2.1 Sistem Drainase Perkotaan .....	25
2.2.2 Pengolahan Air Limbah .....	26
2.3 Sumber Air Baku .....	30
2.3.1 Siklus Hidrologi .....	31
2.3.2 Pencemaran Air Baku .....	32
2.3.3 Kualitas Air Baku.....	34
2.4 Kaitan Guna Lahan dengan Kualitas Air Baku .....	40

2.5 Sintesis Teori.....	43
<b>BAB III KAJIAN UMUM KOTA BATAM.....</b>	<b>45</b>
3.1 Perkembangan Kota Batam .....	45
3.1.1 Kondisi Fisik Alam .....	47
3.1.2 Kondisi Penduduk.....	49
3.2 Strategi Pengembangan Kota Batam .....	51
3.2.1 Rencana Strategis Tata Ruang Wilayah .....	52
3.2.2 Kebijakan Pengembangan Struktur Tata Ruang Kota Batam .....	56
3.2.3 Kebijakan Pemanfaatan Lahan Kota Batam .....	57
3.2.4 Kebijakan Pengembangan Sistem Jaringan Drainase .....	58
3.2.5 Kebijakan Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik .....	61
3.3 Permasalahan Penyediaan Air Bersih di Kota Batam .....	62
3.4 Gambaran Umum Sumber Air Baku Dam Duriangkang .....	66
3.4.1 Perubahan Guna Lahan di Sekitar Wilayah Dam Duriangkang.....	66
3.4.2 Kondisi Seluruh Dam di Kota Batam .....	77
3.4.3 Kondisi Kualitas Air Baku Dam Duriangkang .....	78
<b>BAB IV IMPLIKASI PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM .....</b>	<b>81</b>
4.1 Analisis Guna Lahan .....	81
4.1.1 Analisis Perubahan Guna Lahan .....	81
4.1.2 Faktor Penentu Penggunaan Lahan di Wilayah Studi .....	88
4.2 Analisis Kualitas Air .....	90
4.2.1 Analisis Kualitas Air Baku Dam Duriangkang.....	90
4.2.2 Analisis Pencemaran Air pada Saluran Drainase.....	93
4.2.3 Analisis Aliran Air pada Saluran Drainase .....	98
4.2.4 Analisis Tingkat Pencemaran Limbah Domestik .....	100
4.3 Analisis Dampak Pencemaran Limbah Domestik terhadap Air Baku Dam Duriangkang .....	102
4.4 Analisis Hubungan Guna Lahan terhadap Pencemaran Perairan Dam Duriangkang.....	106
4.5 Analisis Proyeksi Pencemaran Air Baku Dam Duriangkang.....	113
4.6 Analisis Proyeksi Pencemaran terhadap Seluruh Dam di Kota Batam .....	115
4.7 Analisis Sistem Sanitasi Perumahan .....	117
4.8 Temuan Studi .....	124
<b>BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>128</b>
5.1 Kesimpulan .....	128
5.2 Rekomendasi .....	129
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>131</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

TABEL I.1	: Penelitian Tentang Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air .....	8
TABEL I.2	: Data Penelitian yang Digunakan .....	12
TABEL II.1	: Standar Baku Mutu Air Bersih.....	37
TABEL II.2	: Sintesis Teori .....	43
TABEL III.1	: Jumlah Penduduk Batam 1995-2005 .....	49
TABEL III.2	: Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Batam Per Kecamatan Tahun 2005 .....	49
TABEL III.3	: Perbandingan Volume Resapan Air dan Operasional IPA .....	65
TABEL III.4	: Perubahan Penggunaan Lahan di Kelurahan Baloi Permai dan Belian Tahun 2000, 2004, 2006 dan 2008 .....	71
TABEL III.5	: Jenis Penggunaan Lahan di Wilayah Studi .....	73
TABEL III.6	: Luas Kavling Perumahan di Wilayah Studi .....	74
TABEL III.7	: Jumlah Penduduk Perumahan di Wilayah Studi .....	75
TABEL III.8	: Kepadatan Penduduk Perumahan di Wilayah Studi .....	76
TABEL III.9	: Profil Dam di Kota Batam .....	78
TABEL III.10	: Data Trend Pencemaran Air Dam Duriangkang .....	79
TABEL IV.1	: Data Regresi .....	107
TABEL IV.2	: Hasil Regresi .....	108
TABEL IV.3	: Hasil Regresi Dengan Penambahan Variabel Jumlah Rumah .....	109
TABEL IV.4	: Jumlah Penduduk, Luas Lahan dan Pencemaran .....	111
TABEL IV.5	: Proyeksi Cemar Dam Duriangkang hingga Tahun 2012 .....	114
TABEL IV.6	: Kualitas Air Baku di Kota Batam 2006 .....	115
TABEL IV.7	: Hasil Temuan Penelitian .....	125

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1.1	: Diagram Posisi Penelitian .....	7
GAMBAR 1.2	: Ruang Lingkup Wilayah Studi.....	9
GAMBAR 1.3	: Kerangka Pikir .....	15
GAMBAR 2.1	: Skema Pengelompokkan Bahan di dalam Air Limbah .....	23
GAMBAR 2.2	: <i>Typical Free Water Surface (FWS) Constructed Wetland (CW)</i>	29
GAMBAR 2.3	: <i>Typical Subsurface Flow System (SFS) Constructed Wetland (CW)</i> .....	30
GAMBAR 2.4	: Skema Siklus Hidrologi .....	32
GAMBAR 3.1	: Posisi Pulau Batam .....	46
GAMBAR 3.2	: Diagram Batang Jumlah Penduduk Batam 1995-2005 .....	50
GAMBAR 3.3	: Sebaran Penduduk Perkecamatan di Kota Batam Tahun 2005..	51
GAMBAR 3.4	: Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batam 2004-2014 .....	59
GAMBAR 3.5	: Batas Administrasi Wilayah Kota Batam .....	60
GAMBAR 3.6	: Pengelolaan Limbah Domestik Sistem Setempat Menggunakan Tangki Septik.....	62
GAMBAR 3.7	: Struktur Organisasi Perjanjian Konsesi Pemerintah dengan PT.Adhya Tirta Batam .....	63
GAMBAR 3.8	: Arah Aliran Drainase .....	67
GAMBAR 3.9	: Lokasi Wilayah Studi .....	69
GAMBAR 3.10	: Peta Guna Lahan Wilayah Studi .....	70
GAMBAR 3.11	: Fasilitas Umum di Perumahan .....	72
GAMBAR 4.1	: Grafik Konversi Lahan di Wilayah Studi .....	82
GAMBAR 4.2	: Penggunaan Lahan di Wilayah Studi Tahun 2000.....	83
GAMBAR 4.3	: Penggunaan Lahan di Wilayah Studi Tahun 2008.....	87
GAMBAR 4.4	: Fasilitas Perkotaan di Sekitar Wilayah Studi .....	85
GAMBAR 4.5	: Aliran Drainase di Wilayah Studi .....	94

GAMBAR 4.6	: Grafik Tingkat Pencemaran Aliran Drainase yang Berasal dari Perumahan .....	95
GAMBAR 4.7	: Grafik Beban Pencemaran Limbah Domestik melalui Saluran Drainase Perumahan .....	101
GAMBAR 4.8	: Grafik Beban Pencemaran Limbah Domestik di Perumahan Wilayah Studi .....	105
GAMBAR 4.9	: Grafik Volume Pencemaran di Dam Duriangkang.....	105
GAMBAR 4.10	: Denah Rumah.....	120
GAMBAR 4.11	: Gambar Septik Tank .....	121
GAMBAR 4.12	: Penerapan Constructed Wetland (CW).....	122
GAMBAR 4.13	: IPAL di Dam Duriangkang.....	123

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A : Sertifikat Hasil Uji

LAMPIRAN B : Hasil Regresi dengan SPSS

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pesatnya pembangunan kota terutama pada kota yang berfungsi sebagai kota industri, yang ditunjang dengan segala kemudahan dan fasilitas, menjadikan daya tarik bagi pendatang yang bertujuan untuk mencari kerja maupun sekedar menikmati gemerlapnya kehidupan kota. Kota Batam merupakan salah satu kota di Indonesia yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Kota Batam pada tahun 1971 merupakan pulau sunyi dengan penduduk berjumlah sekitar 10.000 jiwa yang bermata pencaharian sebagai nelayan. Pada tahun 2007 telah berkembang dengan jumlah penduduk menjadi 724.217 jiwa, dan tingkat pertumbuhan penduduk rata-rata sebesar 12% per tahun.

Pada awalnya, tahun 1968 Pulau Batam dijadikan pangkalan logistik dan operasional yang berhubungan dengan eksplorasi dan eksploitasi minyak lepas pantai oleh Pertamina. Pada tahun 1974 Kota Batam berkembang menjadi kawasan *Bonded Warehouse*, sebagai tempat penyimpanan barang impor yang tidak dikenai pungutan bea masuk berdasarkan Keppres No. 33 Tahun 1974. Selanjutnya pada tahun 1978, Kota Batam ditetapkan sebagai kawasan industri yang bertujuan untuk menampung kelebihan kapasitas dari Singapura, yang dilanjutkan dengan MoU antara Indonesia dan Singapura untuk bersama-sama mengembangkan Pulau Batam.

Memasuki dasawarsa 80-an, Batam mulai memasuki babak baru dengan pertumbuhan industri manufaktur terutama elektronika. Selain itu, melewati dasawarsa 1980-an prasarana infrastruktur jalan, dam, pembangkit tenaga listrik, dan

telekomunikasi telah dibangun. Dam adalah prasarana yang sangat penting di Kota Batam, karena dengan kondisi tanah yang mempunyai permeabilitas yang rendah, tanah di Batam sulit untuk menyerap air. Kandungan air di dalam tanah pun hampir tidak ada. Oleh karena itu guna pemenuhan kebutuhan air bersih bagi penduduk Kota Batam, dibuatlah dam sebagai penampung tetesan air hujan. Beruntung Kota Batam termasuk kota yang mempunyai tingkat curah hujan yang tinggi, dalam satu tahun rata-rata 2.476 mm dan banyaknya hari hujan dalam satu tahun rata-rata 210,5 hari (Stasiun Meteorologi dan Geofisika Hang Nadim Batam).

Kota Batam memiliki 6 (enam) waduk atau dam yang dioperasikan pertama tahun 1978 yaitu Dam Baloi dan yang terakhir adalah Dam Duriangkang yang dioperasikan pertama kali pada tahun 2001. Dam Duriangkang adalah dam terbesar diantara 6 (enam) dam yang ada, mempunyai daya tampung sebesar  $78,18 \times 10^6 \text{ m}^3$  yang digunakan untuk memenuhi 78% kebutuhan air baku penduduk kota Batam. Dam ini berfungsi sebagai penampung air hujan yang mengalir melalui DAS dari hutan lindung di sekelilingnya ditambah yang berasal dari aliran drainase kota. Aliran drainase kota ini bertujuan untuk mengantisipasi banjir di Kota Batam. Aliran drainase ini mengalir di perumahan-perumahan yang ada di sekeliling Dam Duriangkang seperti perumahan Mediterania, Legenda Malaka, Taman Duta Mas, Kurnia Djaya Alam dan Bida Asri. Hal ini berdampak pada penurunan kualitas dam, berupa pencemaran yang disebabkan oleh banyaknya polutan berupa limbah domestik yang ikut terbawa aliran drainase yang masuk ke dalam dam. Pencemaran dam yang berasal dari limbah domestik terlihat dari hasil pengujian laboratorium yang dilakukan PT. Adhya Tirta Batam, menunjukkan adanya peningkatan parameter

*E Coli* dalam kurun waktu 4 (empat) tahun yaitu dari tahun 2003 sebesar 107.33 MPN/100ml hingga akhir tahun 2006 sebesar 129.58 MPN/100ml. Begitu juga dengan hasil pemantauan yang dilakukan oleh Bapedalda Kota Batam pada tahun 2007 parameter *coliform total* sebesar 85 MPN/100ml lebih besar dari baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 MPN/100 ml.. Hal ini menunjukkan adanya pencemaran tinja yang kemungkinan berasal dari permukiman-permukiman di sekitarnya. Adanya kandungan bakteri dari kotoran manusia di dalam saluran drainase disebabkan oleh konstruksi septic tank yang tidak sesuai dengan persyaratan teknis dari Dirjen Cipta Karya sehingga air yang keluar masih mengandung bakteri yang tinggi. Pada umumnya konstruksi septic tank di Batam berupa satu lubang tanpa sekat dan dua lubang dengan pipa keluar untuk mengalirkan limbah air ke drainase. Konstruksi demikian dibuat karena tidak dilengkapi dengan media resapan mengingat kondisi tanah yang sulit menyerap air dikhawatirkan jika tidak ada lubang keluar septic tank akan cepat penuh. Di samping itu juga karena pertimbangan biaya yang lebih murah dan lahan yang terbatas.

Berdasarkan data teknis dari Kantor Pengelolaan Air dan Air Limbah Otorita Batam, diketahui telah terjadi sedimentasi di dalam dam-dam di Kota Batam. Hal ini terjadi akibat lumpur yang ikut terbawa arus hujan masuk ke saluran drainase menuju dam, akibat banyaknya kegiatan pembukaan lahan yang akan dibangun menjadi kawasan permukiman. Lebih lanjut perkembangan daerah permukiman dan industri akan berpengaruh terhadap kelestarian sumber daya air antara lain : berkurangnya daerah resapan air, menurunnya kualitas air akibat pembuangan berbagai limbah ke dam, dan menurunnya daya dukung lingkungan terhadap kelestarian fungsi dan

manfaat sumber data air akibat pemanfaatan lahan hutan lindung untuk kegiatan komersial, (Permana, 2004). Menurut Beny Adrianto, Direktur Teknik PT. ATB dikatakan bahwa :

”Perusakan *catchment area* menyebabkan menurunnya debit air di enam dam yang terdapat di Batam. Mulai dari Dam Muka Kuning, Duriangkang, Sei Ladi, Baloi, Sei Harapan dan Nongsa. Bahkan beberapa diantaranya dikategorikan dalam kondisi serius. Baik dari segi kualitas maupun kuantitas air baku, kalau tidak segera diantisipasi, tidak tertutup kemungkinan bakal terancam mengering. Ini tak terlepas dari ulah orang yang merusak *catchment area*.

Kondisi beberapa dam yang ada di kota Batam selain tercemar bakteri coli juga kapasitas produksi untuk air baku sudah melebihi batas dari kapasitas rencananya kecuali Dam Duriangkang yang masih dapat ditingkatkan. Oleh karena itu penyediaan air menjadi masalah penting di kota Batam terlebih lagi dengan adanya rencana pemerintah memberlakukan Kota Batam sebagai kawasan perdagangan bebas atau *free trade zone*. Kondisi ini diperkirakan akan memacu investor untuk menanamkan modalnya di Kota Batam, yang akan diikuti dengan meningkatnya arus urbanisasi yang didominasi pencari kerja. Semakin banyak penduduk di Kota Batam maka limbah yang dihasilkan pun juga semakin besar. Banyaknya lahan kosong yang belum dibangun di wilayah studi, pada masa yang akan datang akan berubah menjadi permukiman padat sehingga dimungkinkan meningkatkan pencemaran terhadap Dam Duriangkang semakin besar.

Ketersediaan air baku di Kota Batam menjadi masalah yang sangat penting mengingat Kota Batam sebagai kota industri yang menjadi lokomotif pembangunan ekonomi di Indonesia dan sebagai kota tujuan para migran pencari kerja. Oleh karena itu perlu untuk melakukan pelestarian terhadap sumber-sumber air baku serta melakukan efisiensi dan pengendalian dalam penggunaan air bersih khususnya yang

berasal dari Dam Duriangkang agar dapat terjaga kualitas maupun kuantitasnya untuk dimanfaatkan secara berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang berhubungan dengan tata ruang kota dan kualitas air baku di Kota Batam adalah :

1. Bagaimana perubahan guna lahan di sekitar wilayah Dam Duriangkang Kota Batam ?
2. Pengaruh apa saja yang diberikan oleh penggunaan lahan terhadap kualitas air Dam Duriangkang Kota Batam ?

## **1.3 Tujuan dan Sasaran**

### **1.3.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk

1. Menganalisis perubahan penggunaan lahan di sekitar wilayah Dam Duriangkang Kota Batam
2. Menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan permukiman terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang Kota Batam

### **1.3.2 Sasaran Penelitian**

Untuk mencapai tujuan seperti yang telah disebutkan maka sasaran-sasaran dalam penulisan ini adalah :

1. Mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di sekitar wilayah Dam Duriangkang Kota Batam
2. Menganalisis sumber pencemaran air baku di Dam Duriangkang Kota Batam
3. Membuat rekomendasi dalam mengatasi pencemaran air baku di wilayah Dam Duriangkang Kota Batam.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

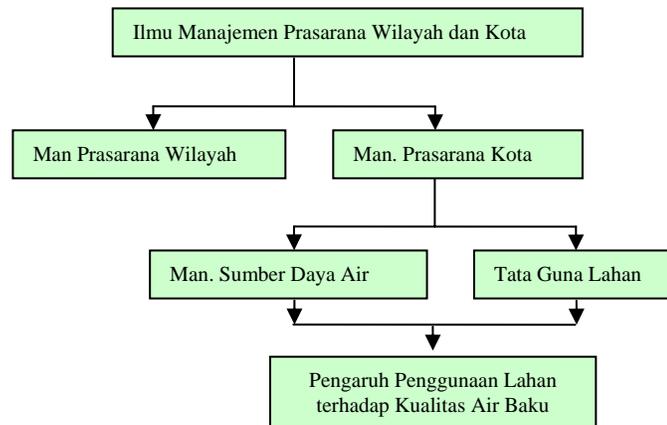
1. Pemerintah, sebagai masukan tentang mekanisme dan arahan kebijakan pengelolaan air baku di Kota Batam.
2. Masyarakat dan pihak swasta dalam penggunaan air bersih dengan memperhatikan kelestarian sumber air baku sehingga akan bermanfaat bagi ketersediaan air baku yang berkelanjutan untuk masa yang akan datang.
3. Ilmu Pengetahuan, yaitu sebagai studi implikasi ruang kota terhadap kualitas air baku di Kota Batam.

#### **1.5 Posisi dan Keaslian Penelitian**

##### **1.5.1 Posisi Penelitian dalam Ilmu Manajemen Prasarana Wilayah dan Kota**

Penelitian atau studi tentang implikasi ruang kota terhadap kualitas air baku Kota Batam ini lebih bersifat deskriptif. Posisi penelitian dalam ilmu manajemen prasarana wilayah dan kota adalah merupakan studi dari manajemen sumber daya air (kualitas air baku) dikaitkan dengan tata guna lahan yang dibatasi di daerah

permukiman di sekitar Dam Duriangkang Kota Batam. Posisi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Sumber : Hasil analisis, 2008

**GAMBAR 1.1**  
**DIAGRAM POSISI PENELITIAN**

### 1.5.2 Keaslian Penelitian

Studi implikasi ruang kota terhadap kualitas air baku Kota Batam, merupakan penelitian yang baru dan berbeda dengan penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel I.1 berikut :

**TABEL I.1**  
**PENELITIAN TENTANG PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN**  
**TERHADAP KUALITAS AIR**

Nama	Tahun	Judul	Tujuan	Metode	Output
Khosiah	2007	Pengaruh Limbah Domestik Terhadap Kualitas Air Danau Bratan Di Daerah Bedugul Bali	Mengevaluasi Pengaruh Limbah Cair Domestik Terhadap Kualitas Air Danau Dari Parameter, Sifat Fisik, Kimia dan Bakteriologi	Metoda Deskriptif	Alternatif tata pola guna Lahan

Berlanjut

*Lanjutan dari Tabel I.1*

<b>Nama</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Metode</b>	<b>Output</b>
Wangsaatmaja	2006	Dampak Konversi Lahan terhadap Rezim Aliran air Permukaan serta Kesehatan Lingkungan Suatu Analisis Kasus DAS Citarum Hulu	Menganalisis Pengaruh Pola Penggunaan Lahan Terhadap Pola Pergerakan Pada Kawasan Pusat Kota Brebes	Metoda Deskriptif	Memberikan kontribusi bagi penentu kebijakan untuk menyelesaikan permasalahan di suatu DAS secara terpadu

*Sumber : Data Sekunder Tahun 2008*

## **1.6 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pembahasan dalam penulisan ini meliputi ruang lingkup materi dan ruang lingkup wilayah.

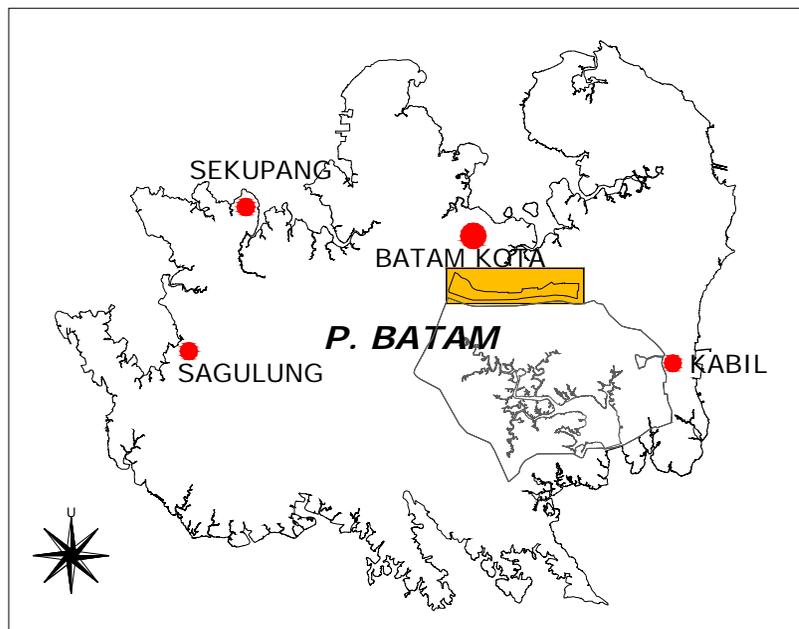
### **1.6.1. Ruang Lingkup Materi**

Lingkup materi yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

- Perubahan penggunaan lahan khususnya di wilayah studi di Kelurahan Baloi Permai dan Kelurahan Belian, serta melihat potensi yang mengakibatkan tingginya konversi lahan di wilayah studi.
- Kualitas air baku di Dam Duriangkang dengan melihat potensi pencemaran yang berasal dari limbah domestik dari beberapa perumahan di wilayah studi.
- Pengaruh perubahan lahan terhadap kualitas air baku di Dam Duriangkang dengan melihat pengaruhnya pada beberapa parameter kualitas air seperti warna, alkalinitas, amonia, sulfat dan *e coli*.

### 1.6.2. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah studi di sini adalah pulau Batam khususnya perumahan di kawasan Batam Centre di sekitar Dam Duriangkang sebagaimana tampak pada peta berikut:



Sumber: Otorita Batam, 2007

**GAMBAR 1. 2**  
**RUANG LINGKUP WILAYAH STUDI**

Kawasan perumahan ini berada dekat dengan sumber air baku terbesar di Kota Batam yaitu Dam Duriangkang, dimana air limbah domestiknya mengalir melalui saluran drainase dan masuk ke badan air Dam Duriangkang tersebut, sehingga dimungkinkan mengakibatkan terjadinya pencemaran. Di sisi lain perkembangan pembangunan perumahan yang dipicu oleh peningkatan jumlah penduduk di wilayah ini cukup tinggi (6,62%, pada tahun 2008), sementara lahan yang masih kosong juga masih cukup luas sehingga pada masa yang akan datang

populasi penduduk yang mendiami wilayah ini masih akan terus bertambah (RTRW Kota Batam 2004-2014). Laju pertumbuhan penduduk yang besar di kawasan ini berdampak pada peningkatan limbah rumah tangga yang dihasilkan.

Hal ini semakin berat dengan adanya kontur tanah di Batam yang kebanyakan tidak rata dan berbukit-bukit sehingga akan mempercepat laju air limpasan (*run off*) pada saat terjadi hujan. Berkurangnya daerah resapan juga berpotensi menyebabkan banjir yang akhirnya akan menyebabkan terjadinya peningkatan sedimentasi dan pencemaran di Dam Duriangkang. Adapun ruang lingkup permukiman yang akan diteliti meliputi :

- Kawasan Permukiman di Batam Centre yang pembuangan limbah domestiknya masuk Dam Duriangkang, antara lain Perumahan Plamo Garden, Perumahan Taman Duta Mas, Perumahan Legenda Bali, Perumahan Legenda Malaka, Perumahan Mediterania, Perumahan Bida Asri, Perumahan Kurnia Djaya Alam dan Perumahan Cendana.

## **1.7. Pendekatan dan Metode Pelaksanaan Studi**

### **1.7.1 Pendekatan Studi**

Berdasarkan jenis penelitian menurut tujuannya, maka penelitian ini dikategorikan/termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif *positivistik*. Penelitian *positivistik* adalah penelitian yang mencari fakta-fakta dan sebab-sebab dari gejala sosial dengan mengesampingkan keadaan individu-individu yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Pengumpulan data menggunakan

instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2007:8).

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui serta mengkaji pengaruh penggunaan lahan permukiman terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang Kota Batam.

Menurut jenis metode penelitiannya, maka penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian yang dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai status suatu gejala yang ada, yaitu keadaan gejala menurut apa adanya pada saat penelitian dilakukan (Effendi dan Singarimbun, 1989:4).

### **1.7.2 Metode Pengumpulan Data**

Penelitian ini secara khusus merupakan penelitian mengenai pengaruh perubahan guna lahan terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang di kota Batam. Adapun teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data-data yang didapatkan dari PT. Adhya Tirta Batam, Otorita Batam, Bappeda Kota, Dinas Penduduk dan instansi lainnya. Data yang dikumpulkan terutama mengenai kualitas air baku Dam Duriangkang selama enam tahun dari 2002 sampai tahun 2007. Selain itu juga menggunakan data yang didapatkan dari lapangan yaitu dengan cara mengambil sampel air di saluran drainase meliputi 8 titik. Sampel diambil oleh tim dari BTKL (Balai Teknik Kesehatan Lingkungan) Kota Batam agar perlakuan sampel lebih dapat dipertanggungjawabkan. Metode pengumpulan data sekunder dilakukan melalui kompilasi data dari PT.ATB mulai tahun 2002 hingga tahun 2007.

Teknik pengambilan sampel air limbah domestik dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu metode pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Dalam penelitian ini pertimbangan yang dilakukan adalah berdasarkan aliran *inlet* dan *outlet* drainase yang melalui daerah permukiman.

**TABEL I.2**  
**DATA PENELITIAN YANG DIGUNAKAN**

NO	KEBUTUHAN DATA	JENIS DATA	SUMBER DATA	TEKNIK PENGUMPULAN DATA
<b>I</b>	<b>Pola dan aktifitas tata guna lahan Wilayah Studi</b>			
1	Rencana Tata Guna Lahan permukiman di sekitar Dam Duriangkang	Sekunder	Bappeko Batam	Studi Literatur (RTRW Kota Batam)
2	Luas lahan dari tiap tata guna lahan yang ada di sekitar Dam Duriangkang Kota Batam	Sekunder	Otorita Batam, Bappeko Batam	Observasi Lapangan & Studi Literatur
3	Perubahan penggunaan lahan di permukiman disekitar Dam Duriangkang	Sekunder	Otorita Batam, Bappeko Batam	Observasi Lapangan & Studi Literatur
4	Jumlah penduduk tiap perumahan dan kelurahan	Sekunder	Disduk Kota Batam, Kelurahan	Observasi Lapangan & Studi Literatur
<b>II</b>	<b>Kualitas Air Baku di wilayah studi</b>			
1	Kualitas Air Baku Dam Duriangkang	sekunder	PT. ATB, Bapedalda	Studi Literatur

Sumber :Hasil analisa, 2008

### 1.7.3 Metode Analisis

Dalam mencapai sasaran penelitian dilakukan analisis terhadap data dan hasil observasi yang dilakukan, yaitu :

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui tingkat ketergantungan variabel terikat (Y) terhadap variabel bebas (X) dengan satu atau lebih variabel bebas. Hasil analisis ini adalah suatu model matematis berupa koefisien dari masing-masing

variabel bebas (X). Model persamaan regresi untuk menggambarkan trend pencemaran berdasarkan pengaruh perubahan penggunaan lahan permukiman dan penambahan penduduk dalam penelitian ini adalah:

$$Y = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 \quad (\text{Sugiyono, 2007:275})$$

Dengan :

Y = tingkat pencemaran, dengan Y dikaji dari data pencemaran warna(Y<sub>1</sub>), amoniak(Y<sub>2</sub>), sulfat(Y<sub>3</sub>), alkalinitas(Y<sub>4</sub>) dan e coli(Y<sub>5</sub>).

X<sub>1</sub> = luas lahan permukiman

X<sub>2</sub> = jumlah penduduk

a = konstanta

b<sub>1</sub>,b<sub>2</sub> = koefisien regresi ganda

#### **1.7.4 Kerangka Pemikiran**

Pemikiran penelitian ini didasarkan pada pesatnya perkembangan Kota Batam yang menyebabkan tingginya laju pertumbuhan penduduk terutama yang disumbang oleh para migran yang datang ke Batam untuk mengadu nasib mencari pekerjaan. Tingginya arus urbanisasi tersebut menimbulkan melonjaknya kebutuhan lahan untuk perumahan sehingga kegiatan pembukaan lahan untuk permukiman tidak dapat dielakkan, sementara lahan di Kota Batam sangat terbatas terutama di Kawasan Batam Centre yang merupakan kawasan yang dinilai strategis karena letaknya yang berdekatan dengan beberapa kawasan pusat kegiatan antara lain, pusat pemerintahan, perdagangan, pelabuhan internasional maupun domestik, bandara serta kawasan industri Batamindo. Oleh karena letaknya yang berdekatan dengan fasilitas kota menyebabkan sebaran penduduk di kawasan permukiman ini cukup tinggi dengan

bermacam aktivitas penghuninya, limbah yang dihasilkan meningkat seiring dengan semakin padatnya penduduk di kawasan ini. Limbah rumah tangga (domestik) yang dihasilkan ini kemungkinan menimbulkan pencemaran terhadap air baku Dam Duriangkang yang merupakan dam terbesar di Kota Batam, dan secara topografi letaknya lebih rendah dari lokasi perumahan.

Akibat pesatnya pembangunan terutama perumahan yang dilengkapi dengan fasilitas jasa perdagangan (pertokoan) di sekitar dam ini, air baku Dam Duriangkang mengalami penurunan kualitas. Sementara saat ini untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Kota Batam, PT. Adhya Tirta Batam (ATB) selaku perusahaan swasta yang dipercaya mengolah air baku menjadi air bersih masih mengalami kekurangan dalam jumlah air yang didistribusikan ke pelanggan sehingga sering dilakukan sistem bergilir, sedangkan masalah penurunan kualitas air baku menimbulkan kenaikan biaya operasional menjadi semakin tinggi. Meskipun PT. ATB saat ini masih mampu mengatasi masalah ini namun pada masa mendatang akan menjadi masalah yang semakin berat karena terkait dengan beban hidup masyarakat yang semakin berat. Selanjutnya kerangka pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.3.

## **I.8 Sistematika Penulisan**

**BAB I. PENDAHULUAN :** Pada bab pendahuluan ini membahas tentang latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan dan sasaran, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari ruang lingkup substansial dan ruang lingkup spasial, metodologi dan pendekatan studi, kerangka pemikiran dan sistematika penulisan.

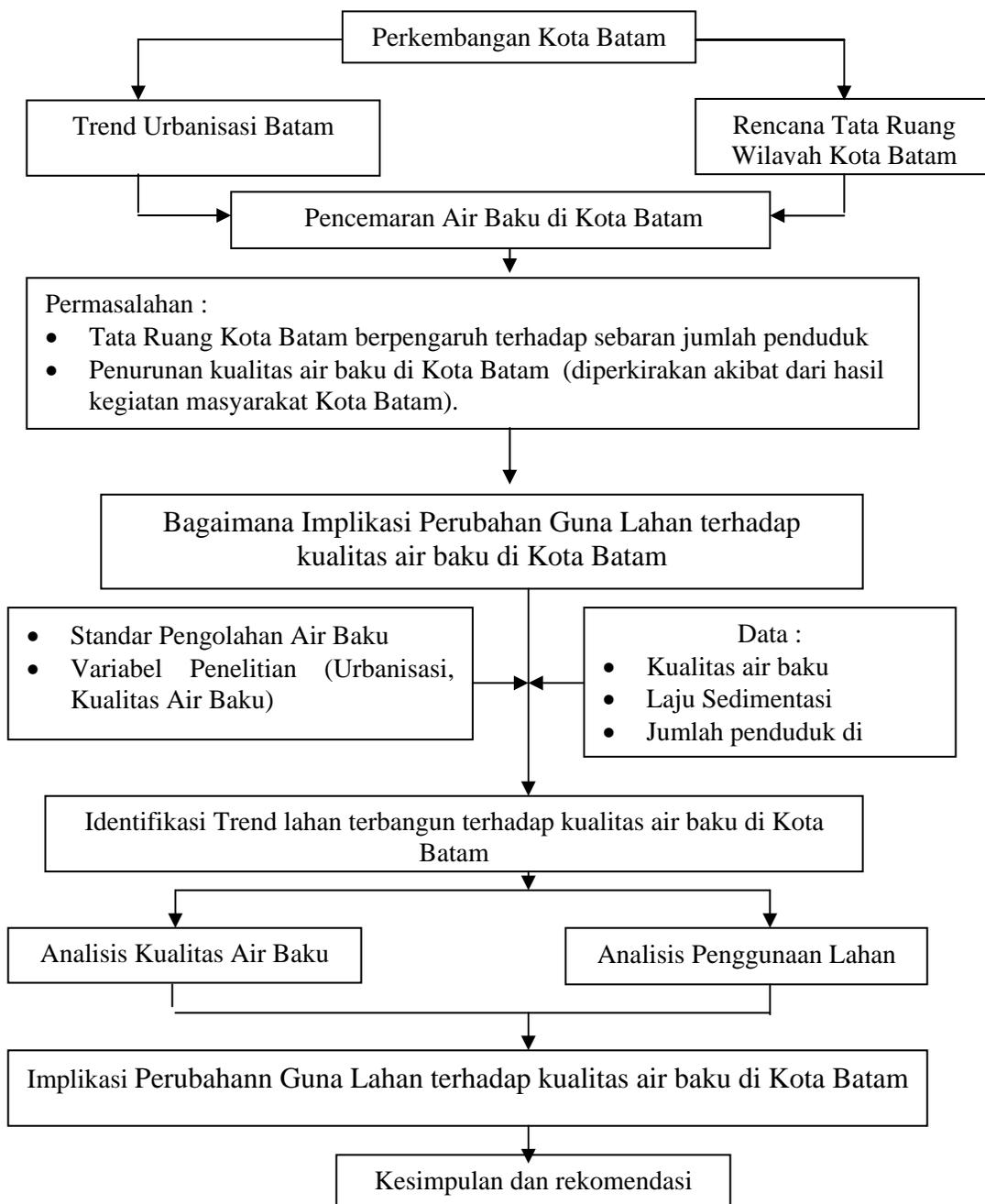
**BAB II. KAJIAN TEORITIS TERHADAP GUNA LAHAN DAN KUALITAS**

**AIR BAKU :** Bab ini berisikan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan studi berdasarkan literatur yang digunakan. Secara kondisi fisik, aspek kependudukan, perubahan guna lahan dan kebijakan yang berkaitan dengan pengolahan air baku di Kota Batam

**BAB III. GAMBARAN UMUM :** Pada bab ini menguraikan secara umum mengenai karakteristik wilayah studi, yang meliputi: kondisi fisik, aspek kependudukan, guna lahan, sistem sanitasi dan kualitas air baku di Kota Batam.

**BAB IV. IMPLIKASI PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM :** berisi tentang analisis perubahan penggunaan lahan di wilayah studi, analisis kualitas air baku, analisis pencemaran air baku, pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas air Dam Duriangkang Kota Batam, hubungan perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi pencemaran perairan Dam Duriangkang.

**BAB V. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI:** Berisi kesimpulan dan rekomendasi mengenai hal-hal yang diperlukan untuk dilakukan studi lanjut.



Hasil Analisis, 2008

**GAMBAR 1.3**  
**KERANGKA PIKIR**

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORITIS TERHADAP GUNA LAHAN DAN KUALITAS AIR BAKU**

Bab ini merupakan kajian teoritik terhadap perubahan guna lahan dan sistem sanitasi perkotaan yang berpengaruh terhadap kualitas air baku yang disarikan dari teori dan hasil penelitian orang lain yang berhubungan dengan *specific study* dan *opposite view* dari penelitian yang akan dilakukan.

#### **2. 1. Penggunaan Lahan**

Tata guna lahan (*land use*) adalah pengaturan penggunaan lahan. Tata guna lahan bukan saja membicarakan mengenai penggunaan permukaan bumi di daratan, tetapi juga mengenai penggunaan permukaan bumi di lautan. Sedangkan lahan menurut Jayadinata (1999:10) adalah tanah yang sudah ada peruntukannya dan umumnya ada pemiliknya (perorangan atau lembaga). Sementara Vink (1975) berpendapat bahwa penggunaan lahan (*land use*) adalah setiap bentuk campur tangan (intervensi) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan juga tergantung pada lokasi, khususnya untuk daerah-daerah pemukiman, lokasi industri, maupun untuk daerah-daerah rekreasi (Suparmoko, 1995).

Menurut Barlowe (1986) faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan adalah faktor fisik dan biologis, faktor pertimbangan ekonomi dan faktor institusi (kelembagaan). Faktor fisik dan biologis mencakup kesesuaian dari sifat fisik seperti keadaan geologi, tanah, air, iklim, tumbuh-tumbuhan, hewan dan kependudukan. Faktor pertimbangan ekonomi dicirikan oleh keuntungan, keadaan pasar dan transportasi. Faktor institusi dicirikan oleh hukum pertanahan, keadaan politik, keadaan sosial dan secara administrasi dapat dilaksanakan.

Sedang menurut Jayadinata (1999:157) penggunaan lahan ditentukan oleh sifat sosial, ekonomi dan kepentingan umum. Tingkah laku (*behaviour*) dan tindakan manusia dalam tata guna lahan disebabkan oleh kebutuhan dan keinginan manusia yang berlaku baik dalam kehidupan sosial maupun dalam kehidupan ekonomi. Selain itu kepentingan umum yang menjadi penentu dalam tata

guna lahan meliputi kesehatan, keamanan, moral dan kesejahteraan umum (termasuk kemudahan, keindahan, kenikmatan) dan sebagainya.

### **2.1.1. Perubahan Penggunaan Lahan**

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda. (Wahyunto. *dkk*, 2001). Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Perubahan tersebut terjadi karena dua hal, pertama adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang makin meningkat jumlahnya dan kedua berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik.

Menurut Suripin (2001:121) pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka dan/atau hutan berubah menjadi areal permukiman maupun industri. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah.

Faktor-faktor yang mendorong perubahan penggunaan lahan menurut McNeill *et.al.*, (1998) adalah politik, ekonomi, demografi dan budaya. Aspek politik adalah adanya kebijakan yang dilakukan oleh pengambil keputusan yang mempengaruhi terhadap pola perubahan penggunaan lahan. Selanjutnya pertumbuhan ekonomi, perubahan pendapatan dan konsumsi juga merupakan faktor penyebab perubahan penggunaan lahan. Sebagai contoh, meningkatnya kebutuhan akan ruang tempat hidup, transportasi dan tempat rekreasi akan mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah merupakan pencerminan upaya manusia memanfaatkan dan mengelola sumberdaya lahan. Perubahan penggunaan lahan tersebut akan berdampak terhadap manusia dan kondisi lingkungannya. Menurut Suratmo (1982) dampak suatu kegiatan pembangunan dibagi menjadi dampak fisik-kimia seperti dampak terhadap tanah, iklim mikro, pencemaran, dampak terhadap vegetasi (flora dan fauna), dampak terhadap kesehatan

lingkungan dan dampak terhadap sosial ekonomi yang meliputi ciri pemukiman, penduduk, pola lapangan kerja dan pola pemanfaatan sumberdaya alam yang ada.

### 2.1.2 Urbanisasi

Urbanisasi memiliki makna sebagai tingkat keurbanan (kekotaan) dalam suatu negara maupun suatu wilayah (*region*). Pada sisi lain, urbanisasi bermakna proses perubahan. Proses perubahan dari bersifat perdesaan (*rural*) menjadi perkotaan (*urban*). Perubahan dapat terjadi pada fisik wilayah, misalnya pola penggunaan lahan dari pertanian atau dari perdesaan lain, menjadi industri, atau ciri lain kekotaan. (Firman dalam Muta'ali, 2002:114).

Menurut Saladin dalam Ischak (2001:275), ada beberapa faktor yang menjadi daya tarik bagi orang desa untuk pergi ke kota, yaitu:

1. Keadaan lingkungan dan kehidupan di kota lebih menyenangkan, antara lain tersedia fasilitas pendidikan, tempat hiburan dan transportasi lancar.
2. Di kota lebih banyak lapangan pekerjaan
3. Kota merupakan pusat berbagai aktivitas, seperti pusat hiburan, pusat kebudayaan dan pusat perdagangan.

Sementara Ischak (2001:276-277) berpendapat bahwa urbanisasi menyebabkan pertambahan penduduk kota semakin cepat, yang pada gilirannya akan menyebabkan timbulnya berbagai macam dampak negatif terhadap lingkungan, antara lain :

- a. Berkurangnya ruang terbuka yang berarti berkurang pula luas daerah resapan air tanah.
- b. Masalah pencemaran air, termasuk intrusi air laut pada daerah pantai yang diakibatkan oleh banyaknya pembuatan sumur dalam.
- c. Menurunnya kebersihan dan kesehatan lingkungan

Tingginya pertumbuhan penduduk pada umumnya disebabkan beberapa faktor antara lain ; pertumbuhan ekonomi, lapangan kerja dan pola kehidupan sosial di kota yang lebih atraktif. Selain itu fasilitas umum serta infrastruktur dikota yang cenderung lebih baik menjadikan kota menjadi tempat yang menarik untuk didatangi (Kodoatie, 2005:26-27).

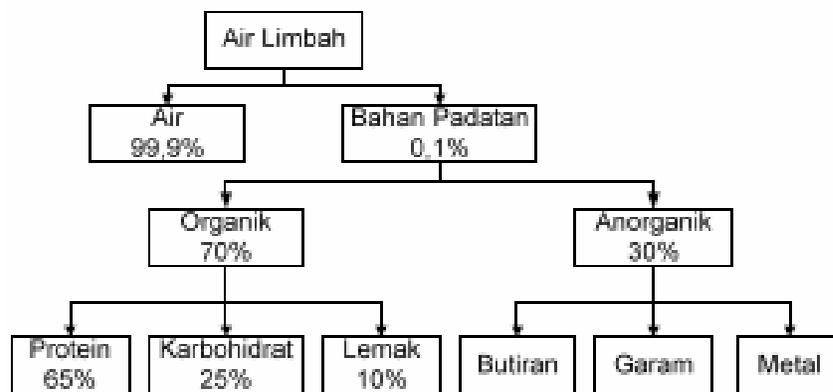
Pertambahan penduduk akibat urbanisasi dalam suatu wilayah perkotaan tidak selalu merata sebarannya, salah satunya dipengaruhi oleh faktor topografi, dengan pertimbangan aksesibilitas dan biaya konstruksi yang lebih rendah banyak penduduk memilih bermukim di wilayah yang kondisi topografinya datar, hal ini menyebabkan terjadi terkonsentrasi penduduk pada suatu wilayah, untuk kota yang sudah padat bangunannya, semakin berkembangnya penduduk yang tinggal di daerah perkotaan akan semakin banyak menghasilkan limbah terutama limbah rumah tangga yang pada akhirnya dapat mengakibatkan menurunnya kualitas air yang disebabkan oleh kandungan sedimen yang bersumber dari erosi atau kandungan bahan-bahan atau senyawa dari limbah rumah tangga, limbah industri atau limbah pertanian (Suripin, 2004:8).

## **2. 2. Pencemaran Limbah Domestik**

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001).

Menurut Simonds dalam Jayadinata (1999:38), pencemaran(polusi) adalah suatu yang mengganggu kesehatan masyarakat, dan sekarang pengertian itu meluas dari kesehatan umum ke mutu kesehatan. Adanya polusi menunjukkan adanya cara yang tidak rapi, dan kekurangan dalam perencanaan jangka panjang.

Menurut Sugiharto dalam dalam Yunasfi (2002:1), air limbah adalah kotoran yang berasal dari masyarakat dan rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan, serta buangan lainnya. Secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : Sugiarto dalam Yunasfi (2002:2)

**GAMBAR 2.1.**  
**SKEMA PENGELOMPOKAN BAHAN DI DALAM AIR LIMBAH**

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama (Kepmen Lingkungan Hidup No 112 Tahun 2003).

Menurut Kodoatie (2005:250), air limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas dapur, kamar mandi dan cuci di mana kuantitasnya antara 50-70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120-140 liter/orang/hari).

Limbah domestik adalah buangan saniter yang meliputi semua air dari toilet, dapur, restoran, hotel, rumah sakit, *laundry*, dan lain-lain, yang dibuang ke sistem drainase dan/atau sungai. Air buangan ini terutama terdiri dari bahan organik, termasuk bakteri yang berbahaya, serta detergen. Bahan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikro organisme. Pembuangan bahan organik ke badan air dapat meningkatkan populasi mikroorganisme sehingga tidak tertutup kemungkinan meningkatnya bakteri patogen (Suripin, 2001:158-159).

Menurut Fachrizal (2004) bagian yang paling berbahaya dari limbah domestik adalah mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja, karena dapat menularkan beragam penyakit bila masuk tubuh manusia, dalam satu gram tinja mengandung satu milyar partikel virus infeksius, yang mampu bertahan hidup selama beberapa minggu pada suhu dibawah 10°C. Terdapat empat

mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja yaitu : virus, *Protozoa*, cacing dan bakteri yang umumnya diwakili oleh jenis *Escherichia coli* (*E-coli*). Menurut catatan badan kesehatan dunia (WHO) melaporkan bahwa air limbah domestik yang belum diolah memiliki kandungan virus sebesar 100.000 partikel virus infeksius setiap liternya, lebih dari 120 jenis virus patogen yang terkandung dalam air seni dan tinja.. Setelah tinja memasuki badan air, *E-coli* akan mengkontaminasi perairan, bahkan pada kondisi tertentu *E-coli* dapat mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh dan dapat tinggal di dalam *pelvis* ginjal dan hati. Sebagian besar virus patogen ini tidak memberikan gejala yang jelas sehingga sulit dilacak penyebabnya.

### **2.2.1. Sistem Drainase Perkotaan**

Drainase berasal dari kata *to drain* yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air drainase, merupakan suatu sistem pembuangan air bersih dan air limbah dari daerah pemukiman, industri, pertanian, badan jalan dan permukaan perkerasan lainnya, serta berupa penyaluran kelebihan air pada umumnya, baik berupa air hujan, air limbah maupun air kotor lainnya yang keluar dari kawasan yang bersangkutan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah ke badan air atau ke bangunan resapan buatan.

Sistem drainase menurut Kodoatie (2005:133-134) adalah proses pengaliran air hujan yang jatuh ke suatu daerah ke dalam saluran yang menampung aliran permukaan tanah dan selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga. Apabila limbah cair yang berada dalam saluran tersebut sudah cukup banyak maka perlu dilakukan pengolahan (*treatment*).

Salah satu fungsi drainase adalah untuk membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir. Sistem saluran drainase ada dua yaitu saluran tertutup dan saluran terbuka, di Indonesia pada umumnya digunakan saluran terbuka mengingat biaya yang dikeluarkan lebih rendah serta lebih mudah dikerjakan. Sistem saluran terbuka ini biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah). Namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran (gabungan) dimana sampah dan limbah penduduk dibuang ke saluran tersebut (Kodoatie, 2005:137-138).

Menurut Tanudjaya (2008:1) saluran drainase di wilayah perkotaan tidak hanya menerima air hujan saja, tetapi juga air buangan (limbah) rumah tangga, dan mungkin juga limbah pabrik. Hujan yang jatuh di wilayah perkotaan kemungkinan besar terkontaminasi ketika air itu memasuki dan melintasi atau berada di lingkungan perkotaan. Sumber kontaminasi berasal dari udara (asap, debu, uap, gas), bangunan dan/atau permukaan tanah, dan limbah domestik yang mengalir bersama air hujan. Setelah melewati lingkungan perkotaan, air hujan dengan atau tanpa limbah domestik, membawa polutan ke badan air.

Sumber penyebab utama permasalahan drainase adalah peningkatan/pertumbuhan jumlah penduduk. Urbanisasi yang terjadi di hampir seluruh kota besar di Indonesia akhir-akhir ini menambah beban daerah perkotaan menjadi lebih berat. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti dengan peningkatan infrastruktur perkotaan seperti perumahan, sarana transportasi, air bersih, prasarana pendidikan, dan lain-lain. Di samping itu peningkatan penduduk selalu juga diikuti dengan peningkatan limbah, baik limbah cair maupun padat (sampah). Perubahan fungsi lahan dari hutan (kawasan terbuka) menjadi daerah terbangun (kawasan perdagangan, permukiman, jalan dan lain-lain) juga mengakibatkan peningkatan erosi. Material yang tererosi, terbawa serta ke dalam saluran dan sungai sehingga turut mengakibatkan pendangkalan dan penyempitan.

### **2.2.2 Pengolahan Air Limbah**

Pembuangan air limbah baik yang bersumber dari kegiatan domestik (rumah tangga) maupun industri ke badan air dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila kualitas air limbah tidak memenuhi baku mutu limbah. Untuk itu, masalah pembuangan air limbah terutama limbah domestik perlu dilakukan penanganan yang lebih baik. Menurut Kodoatie (2005:254), sistem pembuangan air limbah domestik terbagi menjadi dua yaitu sistem pembuangan air limbah setempat (*on site system*) dan pembuangan terpusat (*off site system*). Sistem pembuangan air limbah setempat adalah fasilitas pembuangan air limbah yang berada di dalam daerah persil

pelayanannya (batas tanah yang dimiliki) sedangkan sistem pembuangan terpusat adalah sistem pembuangan yang berada di luar persil.

Menurut Hidayat (2008:2-3), tujuan utama pengolahan air limbah ialah untuk mengurangi kandungan bahan pencemar di dalam air terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam.

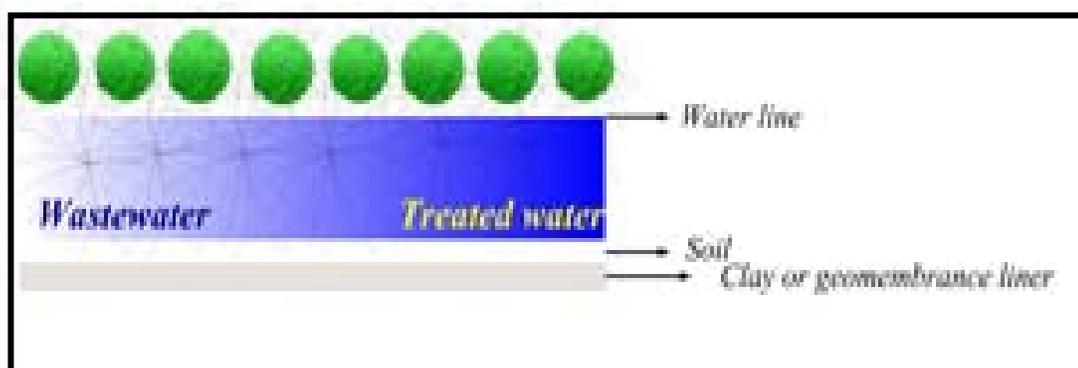
Pemilihan proses pengolahan air limbah yang tepat didahului dengan mengelompokkan karakteristik kontaminan dalam air limbah dengan menggunakan indikator parameter yang sudah ditetapkan. Setelah kontaminan dikarakterisasikan, diadakan pertimbangan secara detail mengenai aspek ekonomi, aspek teknis, keamanan, kehandalan, dan kemudahan peoperasian. Pada akhirnya, teknologi yang dipilih haruslah teknologi yang tepat guna sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah. Setelah pertimbangan-pertimbangan detail, perlu juga dilakukan studi kelayakan atau bahkan percobaan skala laboratorium yang bertujuan untuk:

1. Memastikan bahwa teknologi yang dipilih terdiri dari proses-proses yang sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah.
2. Mengembangkan dan mengumpulkan data yang diperlukan untuk menentukan efisiensi pengolahan yang diharapkan.
3. Menyediakan informasi teknik dan ekonomi yang diperlukan untuk penerapan skala sebenarnya.

Salah satu sistem pengolahan air limbah yang murah dari segi biaya operasional dan pemeliharaannya serta sangat sustainabel adalah sistem lahan basah buatan (*Constructed Wetlands/CW*), yaitu metode yang pada dasarnya adalah tiruan buatan manusia atas lahan basah (rawa) alami yang cocok untuk tujuan tertentu dan pada kondisi tertentu. Menurut Meutia (2007) lahan basah buatan adalah suatu sistem pengolahan limbah cair yang didasarkan pada proses-proses

yang terjadi pada lahan basah alami. Komponen utama adalah substrat dan tumbuhan air. Air yang mengandung limbah setelah melalui lahan basah diharapkan akan meningkat kualitasnya. Sistem ini bisa disesuaikan ke hampir semua lokasi dan bisa dibangun dalam banyak konfigurasi, dari unit kecil yang hanya beberapa meter persegi hingga dengan luas ratusan hektar yang terintegrasi dengan pertanian air/tambak. (Kadlec dan Knight dalam USAID, 2006:28).

Menurut Metcalf dan Eddy (1995), sistem CW ada dua jenis yaitu *free water surface* (FWS) *system* dan *subsurface flow systems* (SFS). FWS disebut juga rawa buatan dengan aliran di atas permukaan tanah. Sistem ini berupa kolam atau saluran-saluran yang dilapisi dengan lapisan impermeable di bawah saluran atau kolam yang berfungsi untuk mencegah merembesnya air keluar kolam atau saluran. FWS tersebut berisi tanah sebagai tempat hidup tanaman yang hidup pada air tergenang (*emerge plant*) dengan kedalaman 0,1-0,6 m (Metcalf & Eddy, 1993). Pada sistem ini limbah cair melewati permukaan tanah. Pengolahan limbah terjadi ketika air limbah melewati akar tanaman, kemudian air limbah akan diserap oleh akar tanaman dengan bantuan bakteri (Crites and Tchobanoglous, 1998 dalam Wijayanti, 2004).



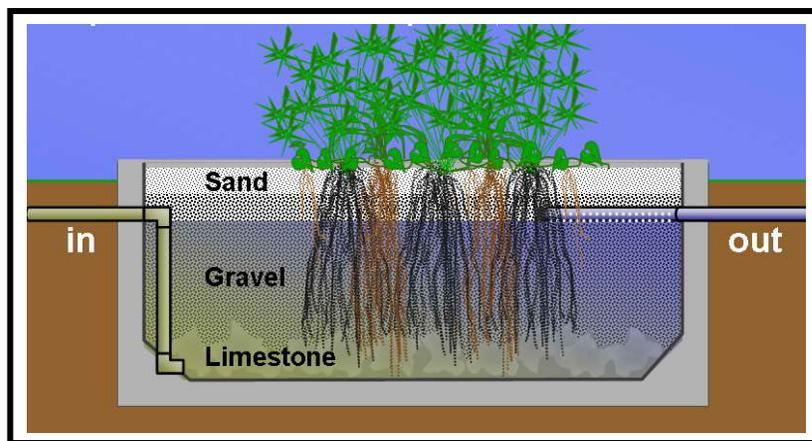
Sumber: Wijayanti, 2004

**GAMBAR 2.2**  
**TYPICAL FREE WATER SURFACE (FWS)**  
**CONSTRUCTED WETLAND (CW)**

Sedangkan SFS disebut juga rawa buatan dengan aliran di bawah permukaan tanah. Air limbah mengalir melalui tanaman yang ditanam pada media yang berpori (Novotny dan Olem, 1994).

Proses pengolahan yang terjadi pada sistem ini adalah filtrasi, absorpsi oleh mikroorganisme, dan absorpsi oleh akar-akar tanaman terhadap tanah dan bahan organik (Novotny dan Olem, 1994).

Menurut USAID (2006), SFS adalah sistem yang lebih disukai untuk sistem setempat, karena sistem FWS berpotensi menjadi tempat nyamuk berkembangbiak (khususnya jika tidak dipelihara ikan pemakan nyamuk di dalamnya). Sistem SFS ditutup dengan pasir atau tanah, karenanya tidak ada resiko langsung terhadap potensi timbulnya nyamuk.



Sumber : USAID, 2006

**GAMBAR 2.3**  
**TYPICAL SUBSURFACE FLOW (SFS)**  
**CONSTRUCTED WETLAND (CW)**

### 2. 3. Sumber Air Baku

Pengertian air baku menurut PP No. 16 Tahun 2005, adalah air yang berasal dari sumber air permukaan cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Air baku dapat berasal dari air tanah maupun air permukaan. Air tanah biasanya diambil dari sumur terbuka, sumur tabung atau sumur horisontal. Termasuk air permukaan antara lain air sungai, saluran (*streams*), sumber (*springs*), danau dan waduk. Air permukaan diperkirakan hanya berjumlah 0,35 juta km<sup>3</sup> atau 1 persen dari jumlah air tawar yang ada di bumi. Air

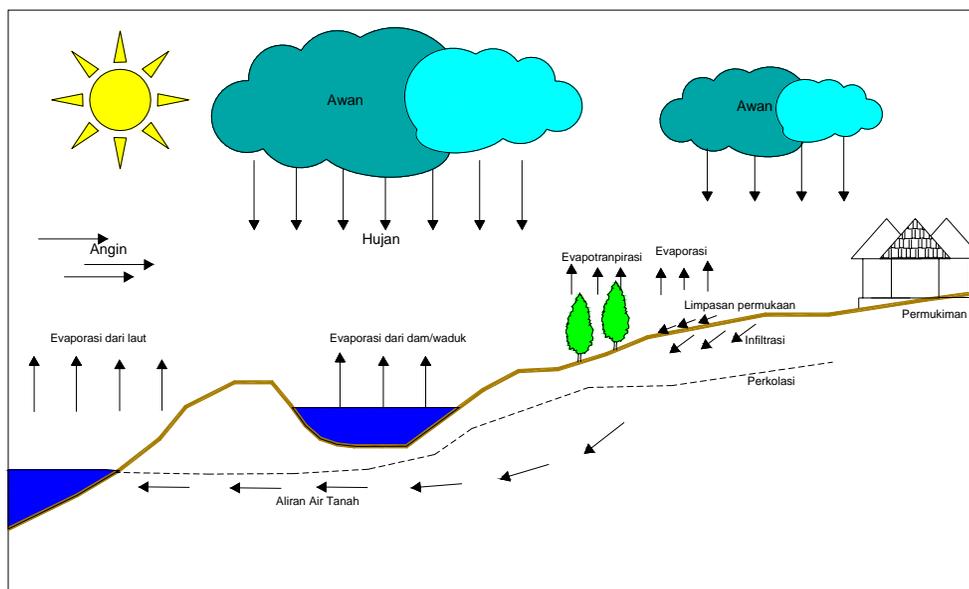
permukaan ini berasal dari air hujan, lelehan salju dan aliran yang berasal dari air tanah (Suripin, 2002; 135-141).

Kondisi air baku setiap daerah/wilayah berbeda-beda, hal tersebut dipengaruhi kondisi lingkungan setempat yaitu pada daerah orisinil dan tingkat kepadatan penduduk rendah akan mendapatkan air bersih sedangkan untuk wilayah tingkat kepadatannya tinggi seperti di perkotaan kadar air sudah terkontaminasi dengan lingkungan tercemar sehingga sulit untuk mendapatkan air bersih (Adawiyah, 2005:1).

### **2.3.1 Siklus Hidrologi**

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, kesehatan, dan eksistensi manusia serta bagi berkembangnya makhluk hidup lainnya. Menurut Asdak (2002) sumberdaya air mengalami siklus yang dikenal dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air secara global dan juga menunjukkan semua hal yang berhubungan dengan air (Kodoatie, 2005:141).

Siklus hidrologi merupakan salah satu aspek penting yang diperlukan pada proses analisis hidrologi. Siklus hidrologi menurut Suyono (2006) adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Menurut Soemarto (1987) siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*presipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*runoff*), dan aliran bawah tanah. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.4.



Sumber : Hasil Analisis 2008

**GAMBAR 2.4**  
**SKEMA SIKLUS HIDROLOGI**

### 2.3.3 Pencemaran Air Baku

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan, dan/atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya (UU RI No. 23 Tahun 1997).

Menurut Pirngadi (2004:45-46), air tercemar adalah air yang mengandung bahan-bahan asing dalam jumlah melebihi batas yang telah ditetapkan sehingga air tersebut tidak dapat digunakan untuk keperluan tertentu, misalnya untuk air minum, pertanian, perikanan dan lain-lain. Pencemaran air dapat mengganggu peredaran air dan memungkinkan kualitas air menurun sehingga tidak dapat dipakai sebagai air minum. Air yang bercampur zat-zat pencemar dapat membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Beberapa akibat yang dapat ditimbulkan oleh jenis pencemar tertentu antara lain:

1. Pencemaran secara fisik, misalnya oleh limbah panas dari buangan pabrik yang dapat menyebabkan peningkatan temperatur perairan. Temperatur air yang terlalu tinggi, mengakibatkan matinya ikan dan hewan air lain, baik karena suhu air menjadi tidak sesuai untuk hidup maupun karena rendahnya kadar oksigen terlarut.
2. Pencemaran secara kimia, misalnya oleh logam berat air raksa (merkuri). Air raksa yang masuk ke perairan dan dikonsumsi, dapat mengganggu kesehatan manusia karena dapat menghambat kerja enzim dan menyebabkan kerusakan sel.
3. Pencemaran secara biologi, misalnya oleh bakteri-bakteri patogen. Bakteri patogen di air biasanya penyebab infeksi saluran pencernaan seperti *Vibrio cholerae* penyebab kolera; *Shigella dysenteriae* penyebab disenteri basiler; *Salmonella typhosa* penyebab tifus; dan *Salmonella paratyphi* penyebab paratifus, virus polio dan hepatitis.

Pencemaran air pada dasarnya terjadi karena air limbah langsung dibuang ke badan air ataupun ke tanah tanpa mengalami proses pengolahan terlebih dulu, atau proses pengolahan yang dilakukan belum memadai. Pengolahan limbah bertujuan memperkecil tingkat pencemaran yang ada agar tidak membahayakan lingkungan hidup.

Menurut Lutfi (2004:7), pencemaran lingkungan terjadi bila daur materi dalam lingkungan hidup mengalami perubahan, sehingga keseimbangan dalam hal struktur maupun fungsinya terganggu. Ketidakseimbangan struktur dan fungsi daur materi terjadi karena proses alam atau juga karena perbuatan manusia.

Faktor utama penyebab pencemaran air adalah kurangnya kesadaran masyarakat untuk melestarikan lingkungan perairan seperti membuang sampah atau kotoran, limbah pabrik dan bahan kimia lainnya ke sungai, danau dan laut, dengan tidak terkendali kendatipun telah ada aturan undang-undang, peraturan pemerintah dan peraturan daerah (Adawiyah, 2005:1).

Akibat terjadinya kerusakan air pada sumber-sumber air akan menyebabkan berkurangnya pasokan air yang bisa dimanfaatkan bukan saja manusia melainkan juga makhluk hidup lainnya.

### 2. 3.3 Kualitas Air Baku

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Kriteria mutu air merupakan satu dasar baku mutu air, di samping faktor-faktor lain. Kualitas air dapat dinyatakan sebagai tingkat kesesuaian air untuk dipergunakan pada berbagai pemenuhan kehidupan manusia. Secara umum kualitas air ditentukan oleh kandungan sedimen tersuspensi dan bahan kimia yang terlarut di dalam air tersebut (Sangkawati dan Atmodjo dalam Kodoatie dkk, 2002:112).

Manusia memerlukan air tidak hanya dari segi kuantitasnya saja, tetapi juga kualitasnya. Kalau ditinjau dari segi kuantitasnya saja, maka tidak akan dapat memecahkan kebutuhan air bagi manusia. Menurut Syamsuri (1993:13) kualitas air ditentukan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlarut di dalam air. Permasalahan kualitas air dapat di timbulkan oleh proses alamiah maupun ulah manusia. Menurut Richard Lee (1990:28) ada beberapa parameter kualitas air bersih seperti kaitannya dengan pengaruh terhadap erosi, sedimentasi, suhu air, kimia, dan biologi. Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air.

Sesuai dengan PP Nomor 12 Tahun 2001 bahwa kualitas air baku termasuk klasifikasi mutu air kelas satu, yaitu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

Menurut Masduqi (2007:1) kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis. Parameter fisik menyatakan kondisi fisik air atau keberadaan bahan yang dapat diamati secara visual/kasat mata. Termasuk parameter fisik antara lain kekeruhan, kandungan partikel/padatan, warna, rasa, bau, suhu, dan

sebagainya. Parameter kimia menyatakan kandungan unsur/senyawa kimia dalam air, seperti kandungan oksigen, bahan organik (dinyatakan dengan BOD, COD, TOC), mineral atau logam, derajat keasaman, nutrient/hara, kesadahan, dan sebagainya. Parameter mikrobiologis menyatakan kandungan mikroorganisme dalam air, seperti bakteri, virus, dan mikroba pathogen lainnya.

Berdasarkan hasil pengukuran atau pengujian, air Dam Duriangkang dapat dinyatakan dalam kondisi baik atau cemar. Sebagai acuan dalam menyatakan kondisi tersebut adalah baku mutu air, sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001, klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Perbandingan kualitas air yang peruntukkannya dapat digunakan sebagai air baku air minum memakai perbandingan kualitas air kelas satu. Adapun persyaratan

kualitas air kelas satu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 adalah sebagai berikut:

**TABEL II.1**  
**STANDART BAKU MUTU AIR BERSIH**

NO	PARAMETER	SAT	KADAR MAKS YG DIPERBOLEHKAN
1	Warna	TCU	15
2	Amonia	Mg/L	0.5
3	Sulfat	Mg/L	400
4	Alkalinitas	Mg/L	50
5	Bakteri E Coli	MPN/100ml	100

Sumber : PP No 82 Tahun 2001 dan WHO

Beberapa karakteristik atau indikator kualitas air yang disarankan untuk dianalisis sehubungan pemanfaatan sumberdaya air untuk berbagai keperluan, antara lain parameter fisika, kimia dan biologi (Effendi, 2003:23).

#### **A. Warna**

Warna merupakan salah satu parameter fisika. Warna dalam air diakibatkan oleh adanya material yang larut atau koloid dalam suspensi atau mineral. Air yang mengalir melalui rawa atau tanah yang mengandung mineral kemungkinan akan berwarna seperti mineral tersebut. (Suripin, 2001:149). Pada umumnya warna perairan dikelompokkan menjadi warna sesungguhnya dan warna tampak. Menurut Effendi (2003:30), warna sesungguhnya dari perairan adalah warna yang hanya disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, sedangkan warna tampak adalah warna yang tidak hanya disebabkan oleh bahan terlarut, tetapi juga oleh bahan tersuspensi. Warna perairan timbul disebabkan oleh bahan organik dan anorganik, keberadaan plankton, humus, dan ion-ion logam seperti besi dan mangan. Oksidasi besi dan

mangan mengakibatkan perairan bewarna kemerahan dan kecoklatan atau kehitaman, sedangkan oksidasi kalsium karbonat menimbulkan warna kehijauan.

### **B. Amonia (NH<sub>3</sub>)**

Amoniak adalah gas yang tidak berwarna, beratnya lebih ringan dibandingkan udara, larut dalam air dan berbau tajam / menyengat. Gas ini merupakan produk limbah dari proses biologis dekomposisi feses, sehingga kebanyakan timbul pada saat kotoran terakumulasi di dalam *litter*. Pemantauan atas gas ini dapat dilakukan bersamaan dengan perlakuan terhadap CO<sub>2</sub>. (Alchalabi, 2001:3).

Menurut Boyd (1982) amoniak di perairan dihasilkan oleh proses dekomposisi. Reduksi nitrit oleh bakteri, kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme-organisme yang ada di dalamnya. Dalam keadaan aerob (kandungan O<sub>2</sub> cukup), nitrogen dari udara diikat oleh mikroorganisme dan diubah menjadi bentuk nitrat. Sebaliknya dalam keadaan anaerob, nitrit dan nitrat diubah menjadi bentuk amonia yang kemudian bersenyawa dengan air menjadi amonium (Wardoyo, 1981).

### **C. Sulfat (SO<sub>4</sub>)**

Ion sulfat adalah salah satu anion yang banyak terdapat pada air alam. Sulfat dapat berpengaruh terhadap kesehatan terutama perut pada manusia jika dalam jumlah konsentrasi yang besar. Air yang mengandung sulfat dalam jumlah yang cukup besar dapat mengakibatkan kerak pada ketel dan alat pemanas air dan menyebabkan masalah bau dan korosi pada perpipaan. Hal ini terjadi akibat reduksi sulfat menjadi hidrogen sulfide dalam kondisi anaerobik. (Sutrisno,dkk, 2006:40-41).

#### **D. Alkalinitas**

Alkalinitas secara umum menunjukkan konsentrasi basa atau bahan yang mampu menetralkan kemasamaan dalam air. Secara khusus, alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas pem-buffer-an dari ion bikarbonat, dan sampai tahap tertentu ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut di dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga menurunkan kemasamaan dan menaikkan pH. Alkalinitas biasanya dinyatakan dalam satuan ppm (mg/l) kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Air dengan kandungan kalsium karbonat lebih dari 100 ppm disebut sebagai alkalin, sedangkan air dengan kandungan kurang dari 100 ppm disebut sebagai lunak atau tingkat alkalinitas sedang.

Kebanyakan air bersifat alkaline karena garam-garam alkaline sangat umum berada di tanah. Ketidakmurnian air ini akibat adanya karbonat dan bikarbonat dari kalsium, sodium, dan magnesium. Alkalinitas dinyatakan dalam mg/l ekuivalen Kalsium karbonat. Keasaman air disebabkan adanya karbon dioksida dalam air. Hal ini diukur berdasarkan banyaknya kalsium karbonat yang diperlukan untuk menetralkan asam karbonat dan dinyatakan dalam mg/l. (Suripin, 2001:150).

#### **E. *Escherichia Coli***

*Escherichia coli* merupakan indikator utama yang dipakai dalam menentukan kualitas mikrobiologi. Bakteri ini biasanya terdapat dalam tinja manusia maupun hewan dan sangat jarang ditemui di tempat yang bebas dari pencemaran tinja, namun terbukti dapat tumbuh di tanah yang beriklim tropis. Bakteri *E. Coli* ini sangat peka terhadap proses disinfeksi dibandingkan dengan protozoa dan virus yang menyebabkan penyakit perut (Irianti dan Sasimartoyo, dalam Arthana, 2006:2). Air

yang mengandung golongan Coli dianggap telah terkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia, dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologik, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri pathogen, tetapi dengan indikator bakteri golongan Coli (Sutrisno, dkk, 1987:23).

#### **2.4. Kaitan Guna Lahan dengan Kualitas Air Baku**

Proses penataan ruang mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kegiatan permukiman dan pengelolaan sumberdaya air dengan mengacu kepada Undang-undang No. 24 tahun 1992 tentang Penataan Ruang disebutkan bahwa penataan ruang mencakup pengembangan lahan, air, udara dan sumberdaya lainnya. Dengan demikian pengelolaan sumberdaya air adalah bagian dari penataan ruang.

Pengaruh guna lahan pada masalah air baku terlihat pada penggunaan lahan antara lain permukiman, perdagangan/jasa atau industri di sekitar lokasi sumber air baku seperti di waduk/dam, sehingga segala aktivitas dan perubahan yang terjadi di kawasan tersebut memberi dampak pengaruh pada sumber air baku melalui jaringan aliran drainase baik alam maupun buatan yang menghubungkan antara kawasan tersebut dengan sumber air baku, dengan dipengaruhi oleh kondisi alam dan lingkungan antara lain bentuk topografi, kepadatan bangunan, jumlah penduduknya, kegiatan penduduknya dan jenis tanahnya (Sugiarto, 2005:38).

Kondisi topografi yang landai selalu menjadi pilihan penduduk untuk tinggal di tempat tersebut dengan pertimbangan ekonomis, teknis, maupun aksesibilitasnya menjadikan tempat tersebut sebagai konsentrasi persebaran penduduk. Kepadatan bangunan akibat tingginya jumlah penduduk di daerah tersebut menimbulkan

berkurangnya lahan terbuka sebagai daerah resapan air yang akan berpengaruh terhadap kenaikan kecepatan limpasan air hujan atau *run off*. Perkembangan penduduk dengan segala aktifitasnya selalu menghasilkan limbah baik padat maupun cair, dengan segala bentuk perilaku, pengetahuan dan budaya masyarakat yang beraneka ragam juga berpengaruh di dalam perlakuan mereka terhadap limbah yang dihasilkan. Pada umumnya perumahan masyarakat padat penduduk tidak mempunyai lahan yang cukup luas disamping alasan ekonomis untuk membuat sumur resapan yang berguna untuk meresapkan limbah rumah tangga baik dari kamar mandi maupun dari dapur. Sedangkan limbah lain yang dihasilkan berasal dari industri rumah tangga maupun dari hasil aktifitas perdagangan/jasa, seperti rumah makan, pasar, *laundry* dan lain-lain. Biasanya limbah tersebut langsung dialirkan melalui pipa ke dalam saluran drainase lingkungan dan terkadang sampah juga ikut dibuang ke saluran ini, dimana alirannya akan menuju ke saluran drainase perkotaan yang akan mengalir menurut kondisi topografinya menuju laut atau sumber air baku seperti dam atau waduk, hal ini akan semakin parah jika hujan turun karena berkurangnya daerah resapan maka kecepatan *run off* semakin bertambah, sehingga limbah akan terbawa aliran air hujan dengan cepat menuju sumber air baku. Akibatnya sumber air menjadi tercemar, dikarenakan sumber air tersebut digunakan sebagai air baku yang akan diolah menjadi air bersih maka pada akhirnya air bersih yang dihasilkan menjadi sangat mahal. Menurut Konig (2003:245), sebagai akibat dari kondisi cuaca dan geologis, persediaan air bersih menjadi berkurang yang akan mengakibatkan pembangunan kota terhambat, sedangkan untuk penyediaan air jarak jauh sangat mahal.

Konsep pengelolaan air baku dan sumber air baku pada dasarnya mencakup upaya serta kegiatan pengembangan, pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya air baku dengan cara menyalurkan (*redistributing*) air yang tersedia dalam konteks ruang dan waktu, komponen mutu dan komponen volume (jumlah) pada suatu wilayah untuk memenuhi kebutuhan pokok kehidupan makhluk hidup.

Dengan demikian pengelolaan air dan sumber air yang berkelanjutan merupakan suatu sistem agar alam atau suatu sistem dalam rangka upaya membentuk lingkungan hidup yang akrab serta menyenangkan. (Mochtar, 2002:128).

## **2.5 Sintesis Teori**

Hasil Kajian teori yang telah dipaparkan diatas kemudian di sintesiskan dalam bentuk matriks untuk menemukan variabel atau parameter dalam melakukan penelitian. Dengan sintesis kajian teori tersebut dapat di ketahui variabel apa saja yang akan di analisis untuk mencapai sasaran dan tujuan penelitian seperti terlihat pada Tabel II.2

**TABEL II.2  
SINTESIS TEORI**

No	Teori/Pendapat	Pengelompokan Unsur-unsur Teori/pendapat	Indikator	Variabel/parameter
1	2	3	4	5
I. 1 . 2 . 3 .	<p style="text-align: center;"><b>Perubahan Guna Lahan</b></p> <p><b>Wahyunto et al., (2001)</b> Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Perubahan tersebut terjadi karena dua hal, pertama adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang makin meningkat jumlahnya dan kedua berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik.</p> <p><b>Suripin (2001)</b> Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka dan/atau hutan berubah menjadi areal permukiman maupun industri.</p> <p><b>McNeill et.al., (1998)</b> Faktor-faktor yang mendorong perubahan penggunaan lahan adalah politik, ekonomi, demografi dan budaya. Aspek politik adalah adanya kebijakan yang dilakukan oleh pengambil keputusan yang mempengaruhi terhadap pola perubahan penggunaan lahan. Selanjutnya pertumbuhan ekonomi, perubahan pendapatan dan konsumsi juga merupakan faktor penyebab perubahan penggunaan lahan</p>	Perubahan penggunaan terjadi karena adanya makin meningkatnya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik dengan adanya pembangunan yang begitu cepat. Hal ini menyebabkan perubahan lahan kosong menjadi areal permukiman maupun industri, selain itu juga dipengaruhi oleh politik, ekonomi, demografi, dan budaya.	Makin berkurangnya lahan kosong akibat permintaan permukiman yang tinggi seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk serta perkembangan kota.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lahan permukiman</li> <li>• Pertumbuhan penduduk</li> </ul>

Berlanjut

*Lanjutan Tabel II.2*

No	Teori/Pendapat	Pengelompokkan Unsur-unsur Teori/pendapat	Indikator	Variabel/parameter
1	2	3	4	5
I I. 1 . 2 .	<p><b>Kualitas Air Baku</b></p> <p><b>Syamsuri (1993)</b> Kualitas air ditentukan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlarut di dalam air. Permasalahan kualitas air dapat di timbulkan oleh proses alamiah maupun ulah manusia.</p> <p><b>Sangkawati dan Atmodjo dalam Kodoatie et. al (2002)</b> Kualitas air dapat dinyatakan sebagai tingkat kesesuaian air untuk dipergunakan pada berbagai pemenuhan kehidupan manusia. Secara umum kualitas air ditentukan oleh kandungan sedimen tersuspensi dan bahan kimia yang terlarut di dalam air tersebut.</p>	<p>Kualitas air disebabkan kandungan sedimen ter-suspensi dan konsentrasi kimia yang larut dalam air karena proses alamiah maupun akibat ulah ma-nusia. Penurunan kualitas air baku juga dipengaruhi oleh kepadatan penduduk.</p>	<p>Indikator kualitas air antara lain parameter fisika, kimia dan biologi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warna</li> <li>• Alkalinitas</li> <li>• Amoniak</li> <li>• Sulfat</li> <li>• E Coli</li> <li>-</li> </ul>

*Berlanjut*

Lanjutan Tabel II.2

No	Teori/Pendapat	Pengelompokkan Unsur-unsur Teori/pendapat	Indikator	Variabel/parameter
1	2	3	4	5
3.	<p><b>Effendi (2003)</b> Beberapa karakteristik atau indikator kualitas air yang disarankan untuk dianalisis sehubungan pemanfaatan sumberdaya air untuk berbagai keperluan, antara lain parameter fisika, kimia dan biologi.</p>			
4.	<p><b>Masduqi (2007)</b> Parameter fisik menyatakan kondisi fisik air atau keberadaan bahan yang dapat diamati secara visual/kasat mata. Yang termasuk dalam parameter fisik ini adalah kekeruhan, kandungan partikel/padatan, warna, rasa, bau, suhu, dan sebagainya. Parameter kimia menyatakan kandungan unsur/senyawa kimia dalam air, seperti kandungan oksigen, bahan organik (dinyatakan dengan BOD, COD, TOC), mineral atau logam, derajat keasaman, nutrient/hara, kesadahan, dan sebagainya. Parameter mikrobiologis menyatakan kandungan mikroorganisme dalam air, seperti bakteri, virus, dan mikroba patogen lainnya.</p>			

### **BAB III**

#### **KAJIAN UMUM KOTA BATAM**

Bab ini merupakan gambaran umum yang ada di Kota Batam mengenai kebijakan dan strategi yang dilakukan Pemerintah Kota Batam terutama berkaitan dengan masalah penggunaan lahan dan pengelolaan sumber air baku di Kota Batam serta kondisi mengenai kependudukan, penggunaan lahan dan kualitas air baku yang ada di Kota Batam.

#### **3.1. Perkembangan Kota Batam**

Perkembangan Kota Batam yang sangat pesat di Provinsi Kepulauan Riau baik dari segi fisik, seperti pembangunan dan pemekaran wilayah maupun dari segi non fisik, seperti perkembangan sosial ekonomi masyarakat, hingga ditetapkannya kawasan SIJORI (Singapore, Johor, Riau). Sebelum dimekarkan dan ditingkatkan statusnya secara definitif menjadi "Kota", Batam berstatus sebagai Kotamadya Administratif yang dibentuk berdasarkan PP No.34 Tahun 1983 dengan luas wilayah keseluruhan 612,53 Km<sup>2</sup>, terdiri dari 3 kecamatan yaitu Kec. Belakang Padang, Kec. Batam Barat, dan Kec. Batam Timur. Dalam perkembangannya Batam tumbuh sebagai kota industri dan perdagangan serta menunjukkan kemajuan yang pesat dalam penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan.

Pada tahun 1999 Kotamadya Batam mengalami perluasan dengan memasukkan sebagian Wilayah Kabupaten Kep. Riau. Berdasarkan Undang-Undang RI No.53 th 1999, wilayah Kota Batam terdiri dari 4 pulau besar, yaitu

Pulau Batam, Rempang, Galang dan beberapa gugus pulau-pulau kecil di sekitarnya, yang luas keseluruhan mencapai 1.570,35 Km<sup>2</sup>, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : berbatasan dengan Selat Singapura
- Sebelah Timur : berbatasan dengan Kec. Bintan Utara dan Kec. Teluk Bintan, Kab. Kepulauan Riau
- Sebelah Selatan : berbatasan dengan Kec. Senayang, Kab. Kepulauan Riau
- Sebelah Barat : berbatasan dengan Kec. Moro dan Kec. Karimun, Kab. Karimun



Sumber : PT. Adhya Tirta Batam, 2007

**GAMBAR 3.1.**  
**POSISI PULAU BATAM**

### **3.1.1 Kondisi Fisik Alam**

Pulau Batam memiliki kekayaan alam yang sangat menawan sehingga disamping menjadi kota industri juga menjadi kota tujuan wisata. Kondisi alam Pulau Batam sebagai berikut :

#### **1. Geologi**

Wilayah Kota Batam seperti halnya kecamatan-kecamatan di daerah kabupaten di Kepulauan Riau, juga merupakan bagian dari paparan kontinental. Pulau-pulau yang tersebar di daerah ini merupakan sisa-sisa erosi atau penyusutan dari daratan pra tersier yang membentang dari semenanjung Malaysia/Pulau Singapore di bagian utara sampai dengan pulau-pulau Moro dan Kundur serta Karimun di bagian selatan.

#### **2. Fisiografi**

Wilayah kota Batam terdiri dari 329 buah pulau besar dan kecil, yang letak satu dengan lainnya dihubungkan dengan perairan. Pulau-pulau yang tersebar pada umumnya merupakan sisa-sisa erosi atau pencetusan dari daratan pratersier yang membentang dari Semenanjung Malaysia di bagian utara sampai dengan Pulau Moro, Kundur, serta Karimun di bagian selatan. Permukaan tanah di Kota Batam pada umumnya dapat digolongkan datar namun disana-sini berbukit-bukit, berbatu muda dengan ketinggian maksimum 160 meter di atas permukaan laut. Sungai-sungai kecil banyak mengalir dengan aliran pelan yang dikelilingi hutan-hutan serta semak belukar yang lebat. Kondisi yang demikian menyulitkan untuk merencanakan drainase perkotaan yang terbebas dari banjir.

#### **3. Iklim**

Kota Batam mempunyai iklim tropis dengan suhu minimum berkisar antara 18,2°C - 23,0°C dan suhu maksimum berkisar antara 31,0°C - 33,2°C, sedangkan suhu rata-rata adalah 26,3°C - 27,3°C. Keadaan tekanan udara rata-rata minimum 1007,0 MBS dan maksimum 1011,5 MBS. Selanjutnya mengenai kelembaban udara di wilayah Kota Batam rata-rata berkisar antara 82% - 87% dan kecepatan angin maksimum 14-30 knot atau rata-rata kecepatan angin sebesar 4 knot. Hari hujan di Kota Batam rata-rata perbulan 20 hari dengan rata-rata curah hujan pertahunnya 2616 mm. Hal inilah yang menjadi keuntungan bagi Kota Batam dalam penyediaan air bersih.

#### **4. Topografi dan Kemiringan Lereng**

Wilayah Kota Batam relatif datar dengan variasi berbukit-bukit di tengah pulau, ketinggian antara 7 hingga 160 mdpl. Wilayah yang memiliki elevasi 0 hingga 7 mdpl terdapat di pantai utara dan pantai selatan Pulau Batam dan sebelah timur Pulau Rempang serta sebelah utara, timur dan selatan Pulau Galang. Sedangkan pulau-pulau kecil lainnya sebagian besar merupakan kawasan hutan mangrove. Wilayah yang memiliki ketinggian sampai 100 m dpl dengan topografi berbukit-bukit sangat sesuai untuk kawasan resapan air sebagai cadangan air. Kondisi ini menjadikan daerah resapan air yang berada pada elevasi terendah menjadi tempat bermuara drainase perkotaan, selain untuk mengalirkan banjir sekaligus untuk mengisi air.

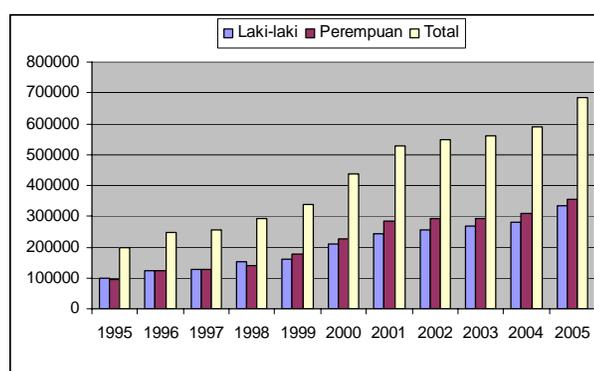
### 3.1.2 Kondisi Penduduk

Laju pertumbuhan penduduk Kota Batam sangat dipengaruhi oleh tingkat migrasi penduduk usia muda yang tinggi untuk mencari kerja di Pulau Batam, sehingga tingkat pertumbuhan penduduk yang ada di Pulau Batam sangat tinggi, jika melihat Tabel III.1 terjadi lonjakan penduduk pada tahun 1999-2001 yang disebabkan adanya perluasan wilayah pada tahun 1999. Kemudian setelah tahun 2001 terjadi penurunan laju pertumbuhan penduduk yang menyebabkan telah diberlakukannya Peraturan Daerah Nomor 2 tahun 2001 tentang “Penyelenggaraan Pendaftaran dan Pengendalian dalam Daerah Kota Batam”. Namun pada tahun 2005 kembali terjadi lonjakan laju pertumbuhan penduduk seiring dengan banyaknya investor yang menanamkan modalnya di Batam berkaitan dengan akan diberlakukannya FTZ di Kota Batam.

**TABEL III.1**  
**JUMLAH PENDUDUK BATAM 1995-2005**

Tahun	WNI		WNA			Pertumbuhan (%)
	Laki-laki	Perempuan	Laki-laki	Perempuan	Total	
1995	99.777	95.547	641	115	196.080	
1996	122.988	124.126	697	147	247.958	26
1997	126.693	127.609	717	160	255.179	3
1998	153.895	139.313	405	87	293.700	15
1999	159.104	176.520	962	371	336.957	15
2000	209.120	226.714	1.205	319	437.358	30
2001	241.667	281.509	2.517	1.458	527.151	21
2002	254.193	290.794	3.079	1.885	549.951	4
2003	266.235	292.641	2.196	1.589	562.661	2
2004	279.563	307.745	2.244	1.701	591.253	5
2005	330.333	351.253	2.387	1.814	685.787	16

Sumber : Batam dalam Angka 2006, BPS Kota Batam



Sumber : Batam Dalam Angka 2006, BPS Kota Batam

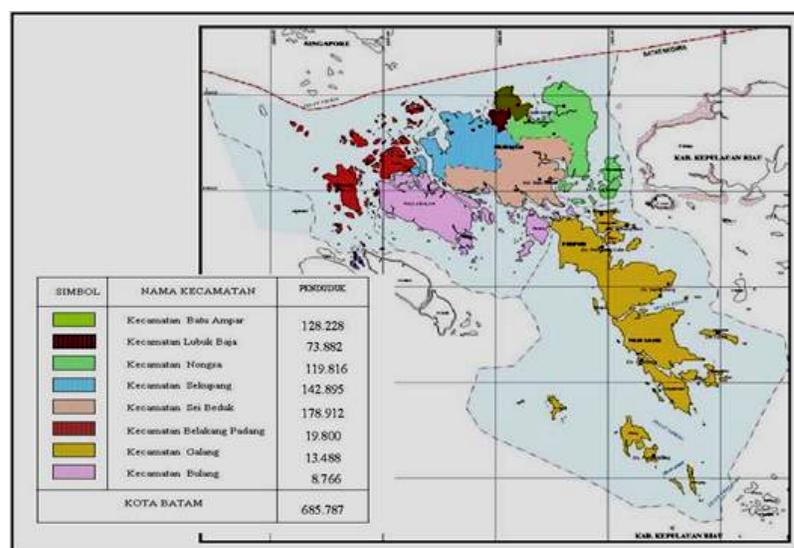
**GAMBAR 3.2**  
**DIAGRAM BATANG JUMLAH PENDUDUK BATAM 1995-2005**

Berdasarkan Tabel II.1 di atas terlihat pertumbuhan penduduk Kota Batam yang cukup tinggi dengan pertumbuhan penduduk rata-rata pertahun adalah 13,7% dan kepadatan penduduk rata-rata adalah 688 jiwa/km<sup>2</sup> dengan sebaran penduduk Kota Batam sebagai berikut :

**TABEL III.2**  
**JUMLAH DAN KEPADATAN PENDUDUK KOTA BATAM**  
**PER KECAMATAN TAHUN 2005**

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk	Kepadatan (jiwa/ Km <sup>2</sup> )
1	Belakang Padang	69,91	19.800	283
2	Bulang	168,81	8.766	52
3	Galang	325,37	13.488	41
4	Sei Beduk	151,19	178.912	1183
<b>5</b>	<b>Nongsa</b>	<b>138,16</b>	<b>119.816</b>	<b>867</b>
6	Sekupang	109,22	142.895	1308
7	Lubuk Baja	11,73	73.882	6299
8	Batu Ampar	22,21	128.228	5773
	<b>JUMLAH</b>	<b>996,60</b>	<b>685.787</b>	<b>688</b>

Sumber : Dinas Kependudukan Kota Batam



Sumber: Bappeda Kota Batam

**GAMBAR 3.3**  
**SEBARAN PENDUDUK PER KECAMATAH DI KOTA BATAM**  
**TAHUN 2005**

### 3.2 Strategi Pengembangan Kota Batam

Dalam rangka mengantisipasi era globalisasi yang penuh persaingan dan untuk mengimbangi kemajuan yang mungkin akan dicapai oleh negara-negara lain di Asia Pasifik (ASEAN dan Asia Timur khususnya), maka Kota Batam perlu sejak dini menyiapkan diri dengan serangkaian langkah-langkah strategi makro yang tepat.

Sesuai hasil analisis SWOT, isu pokok pengembangan, visi dan misi pengembangan, serta fungsi-fungsi wilayah yang telah dikemukakan maka dapat dirumuskan strategi pengembangan Kota Batam di masa depan yang berlandaskan pada 3 (tiga) kebijaksanaan pokok sebagai berikut :

1. Pengembangan Berorientasi ke Luar (*Outward Looking*).
2. Pengembangan Berorientasi ke Wilayah Belakang (*Inward Looking*).

### 3. Pengembangan Berorientasi ke Dalam (*Internal Looking*).

#### 3.2.1 Rencana Strategis Tata Ruang Wilayah

Rencana strategis pengembangan struktur tata ruang Batam didasari oleh beberapa pertimbangan, diantaranya :

1. Kesesuaian dengan rencana struktur tata ruang yang lebih luas (struktur tata ruang makro).
2. Memacu pertumbuhan dan mewujudkan pemerataan pembangunan kota ke seluruh wilayah Kota Batam melalui penyebaran pusat dan sub pusat pelayanan kota secara berjenjang dengan pola *multiple nuclei*.
3. Mendayagunakan sarana pelayanan kota yang penyebarannya dilakukan secara berjenjang sesuai kebutuhan dan tingkat pelayanan.
4. Menciptakan interaksi yang kuat antara pusat dan sub pusat pelayanan kota melalui pengaturan sistem jaringan transportasi.

Batam sebagai daerah/kawasan khusus mempunyai beberapa kebijakan/isu yang harus diperhatikan dalam rencana strategis Kota Batam yaitu :

1. Kebijakan untuk membatasi pertumbuhan penduduk (Kota Batam).
2. Kebijakan Batam sebagai daerah industri yang merupakan ujung tombak perekonomian Indonesia.
3. Kebijakan Batam sebagai daerah tujuan wisata yang sangat diandalkan selain Bali dan Bintan.

4. Rencana Batam sebagai kawasan Perdagangan Bebas (*Free Trade Zone*) yang akan menyebabkan Batam harus mampu bersaing secara langsung dengan negara lain khususnya Singapura dan Malaysia.
5. Kebijakan pembatasan kepemilikan jumlah kendaraan yang beroperasi di wilayah Batam.
6. Kebijakan pelabuhan dan bandara di Batam sebagai pelabuhan dan bandara yang bertaraf internasional sehingga menjadi pintu masuk ke wilayah Indonesia.

Atas dasar berbagai pertimbangan perencanaan dan untuk mencapai tujuan penataan ruang Pulau Batam, struktur tata ruang internal Kota Batam dibagi 3 (tiga) sebagai berikut

#### **1. Pusat Kota**

Dengan menganggap Pulau Batam sebagai satu kota, maka bagian Pulau Batam yang paling berkembang yaitu bagian utara (Sub Wilayah Batu Ampar dan Batam *Centre*) akan berfungsi sebagai Pusat Kota.

Spesialisasi Fungsi Pusat Kota ini adalah :

##### a. SWP I Batu Ampar

Pusat Nagoya dengan luas : 3.608,66 Ha (8,67%)

Fungsi primer : pusat kegiatan jasa, komersial serta industri menengah

Fungsi sekunder : jasa dengan skala lokal, fasum, fasos, transportasi dan perumahan berkepadatan sedang.

##### b. SWP II Batam *Center*

Pusat *Batam Center Core* dengan luas : 2.567,34 Ha (6,17%)

- Fungsi primer : pusat pemerintahan (*civic center*), *Central Business District* (pusat bisnis), perumahan berkepadatan tinggi
- Fungsi sekunder : fasilitas umum, fasilitas sosial, perdagangan dan jasa, perumahan berkepadatan sedang.

c. SWP III : Nongsa

Pusat - Batu Besar I dengan luas : 3.705.34 Ha (8,91%)

Fungsi primer : pusat pariwisata, perumahan (*resort*)

Fungsi sekunder : fasus, fasos, jasa perkotaan dan transportasi.

d. SWP IV : Kabil

Pusat - Kabil Tengah dengan luas : 5.165.04 Ha (12,42%)

Fungsi primer : pelabuhan udara, industri dan perumahan

Fungsi sekunder : jasa, perumahan, fasum dan pelabuhan laut.

e. SWP V : Duriangkang - Tanjung Piayu

Pusat - Tg. Piayu Utara dengan luas : 8.269.40 Ha (19,88%)

Fungsi primer : konservasi (paru - paru kota)

Fungsi sekunder : pelabuhan penumpang lokal

f. SWP VI : Tanjung Uncang - Sagulung

Pusat - Batu Aji dengan luas : 6.788.88 Ha (16,32%)

Fungsi primer : industri dan perumahan

Fungsi sekunder : perdagangan, jasa, fasum, fasos, transportasi dan rekreasi.

g. SWP VII : Sekupang

Pusat - Batam Selatan dengan luas : 4.563.27 Ha (10,97%)

Fungsi primer : industri ringan dan pelabuhan internasional,  
regional dan domestik

Fungsi sekunder : perumahan, jasa, fasus, fasos, transportasi

h. SWP VIII : Muka Kuning

Pusat - Muka Kuning dengan luas : 6 931 21 Ha (16 66%)

Fungsi primer : industri

Fungsi sekunder : perumahan, dan jasa.

**2. Kawasan Industri dan Perumahan.**

Sesuai dengan fungsi umumnya sebagai daerah industri maka kegiatan industri di Pulau Batam akan merupakan kegiatan yang memerlukan alokasi penggunaan lahan terbesar untuk kategori lahan budidaya. Bagian tengah Pulau Batam yaitu meliputi Sub Wilayah Muka Kuning, Sub Wilayah Sekupang, Sub Wilayah Kabil, dan Sub Wilayah Tanjung Uncang akan berfungsi sebagai kawasan industri dan kawasan perumahan berkepadatan sedang.

**3. Kawasan Pariwisata dan Kawasan Hutan Lindung.**

Kegiatan Pariwisata di Pulau Batam diarahkan pada wisata alam yang memanfaatkan kondisi alamiah bentang alam. Bagian Pulau Batam yang diarahkan untuk pengembangan kegiatan tersebut adalah Sub Wilayah Nongsa dan Sub Wilayah Duriangkang. Sub Wilayah Nongsa memiliki banyak potensi alam yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan wisata. Sub Wilayah Duriangkang karena kondisi geologinya lebih sesuai untuk kawasan hutan lindung yang berfungsi sebagai paru-paru kota.

Berdasarkan kebijakan strategis tata ruang wilayah Kota Batam, bahwa pengembangan pusat Kota Batam diarahkan ke arah utara yaitu sub wilayah Batam Centre dan Batu Ampar. Selanjutnya menjadikan SWP II Batam Centre memiliki fungsi primer sebagai pusat pemerintahan, CBD serta perumahan berkepadatan tinggi. Dengan melihat kedekatan dengan lokasi penampungan air baku Dam Duriangkang hal ini menjadi sangat riskan, mengingat selama ini aliran air limbah yang berasal dari perumahan-perumahan di Batam Centre yang terletak di sebelah utara Dam Duriangkang, mengalir dan mencemari air baku Dam Duriangkang. Hal ini juga ironis sekali, di satu sisi terdapat kebijakan untuk membatasi pertumbuhan penduduk yang bertujuan untuk mengendalikan konsumsi air bersih mengingat air bersih di Kota Batam sangat terbatas jumlahnya, namun di sisi lain juga membiarkan terjadi pencemaran terhadap air baku dam terbesar di Kota Batam dengan menempatkan perumahan berkepadatan tinggi di sekitar Dam Duriangkang. Dengan demikian alangkah lebih baik apabila kebijakan tersebut juga memperhatikan masalah sanitasi di perumahan-perumahan terutama yang berada di sekitar Dam Duriangkang, mengingat kondisi sanitasi di perumahan-perumahan tersebut tidak memenuhi syarat dan dapat menimbulkan pencemaran air baku Dam Duriangkang.

### **3.2.2 Kebijakan Pengembangan Struktur Tata Ruang Kota Batam**

Kebijakan struktur tata ruang Kota Batam tahun 2014 merupakan penjabaran dari struktur tata ruang yang telah dirumuskan dalam RTRW. Dalam RTRWP kebijakan struktur ruang Kota Batam 2014 telah ditetapkan sebagai

Pusat Kegiatan Nasional (PKN), dengan fungsi utama sebagai : pusat pemerintahan kota, perdagangan dan jasa, kegiatan pariwisata, permukiman dan simpul transportasi internasional. Selain pembentukan pusat pelayanan utama tersebut, pembentukan struktur kegiatan Kota Batam ini masih dilanjutkan dengan penentuan pusat-pusat yang lebih rendah hirarkinya dan dialokasikan tersebar keseluruh wilayah dan membentuk pola *multiple nuclei*, sehingga memudahkan dalam melayani kebutuhan seluruh penduduk kota. Dengan demikian, diharapkan orientasi kegiatan penduduk tidak terkonsentrasi di pusat kota saja, tetapi sudah terlayani di masing-masing lingkungan/kawasan.

Untuk mempermudah pelayanan oleh pusat-pusat yang akan dikembangkan, maka perlu didukung oleh sistem transportasi, melalui pengembangan sistem jaringan jalan yang berhirarki dan terstruktur, sehingga membentuk satu kesatuan yang saling terintegrasi dan mudah dijangkau dari seluruh bagian wilayah kota dan dilengkapi dengan sistem perangkutan yang memadai. Agar Kota Batam mempunyai aksesibilitas yang baik dari dan ke wilayah sekitarnya perlu didukung pula oleh pengembangan sistem transportasi laut dan udara yang baik dan saling terintegrasi dengan sistem transportasi darat, sehingga membentuk satu kesatuan.

### **3.2.3 Kebijakan Pemanfaatan Lahan Kota Batam**

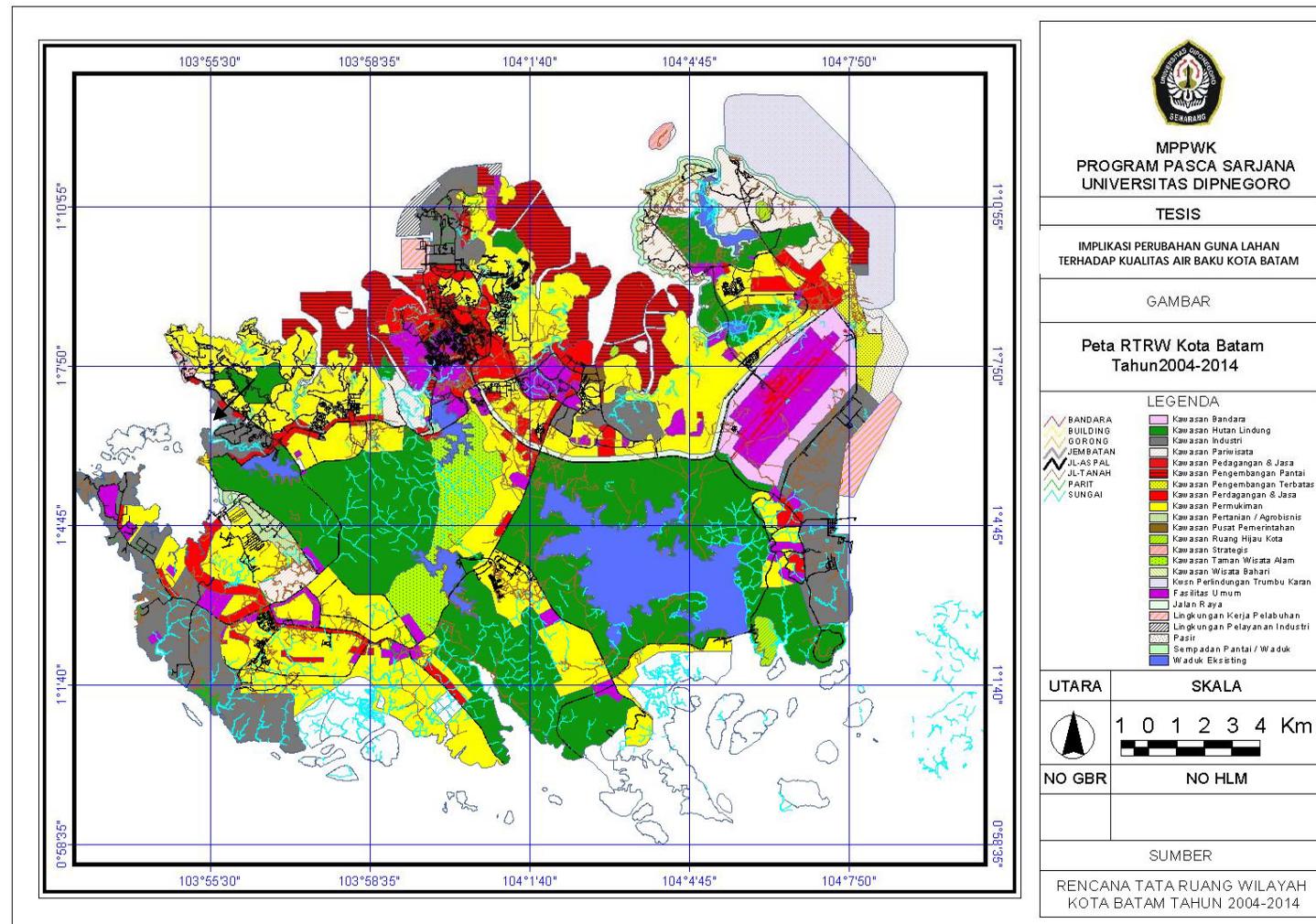
Kebijakan pengembangan penggunaan lahan Kota Batam dimaksudkan untuk menciptakan pola pemanfaatan ruang yang mampu menjadi wadah bagi berlangsungnya berbagai kegiatan penduduk serta keterkaitan fungsional antar

kegiatan, sehingga tercipta keserasian antara satu kegiatan dengan kegiatan lain serta tetap menjaga kelestarian lingkungan. Dalam mengembangkan Kebijakan pemanfaatan ruang kota ini disesuaikan dengan potensi dan permasalahan yang ada dengan tetap mempertimbangkan :

1. Keserasian rencana tata ruang Kota Batam dengan rencana tata ruang wilayah yang lebih luas
2. Peran dan fungsi Kota Batam sesuai struktur tata ruang kotanya
3. Pola penggunaan lahan eksisting dan kecenderungan perkembangannya, baik fisik, sosial, maupun ekonomi ke dalam Kebijakan pemanfaatan ruang yang mudah dilaksanakan (realistis)
4. Potensi dan kendala fisik alam
5. Mengamankan kawasan lindung, terutama di daerah perbukitan atau yang mempunyai lereng curam, disekitar waduk sebagai tangkapan air hujan serta pada hutan bakau.

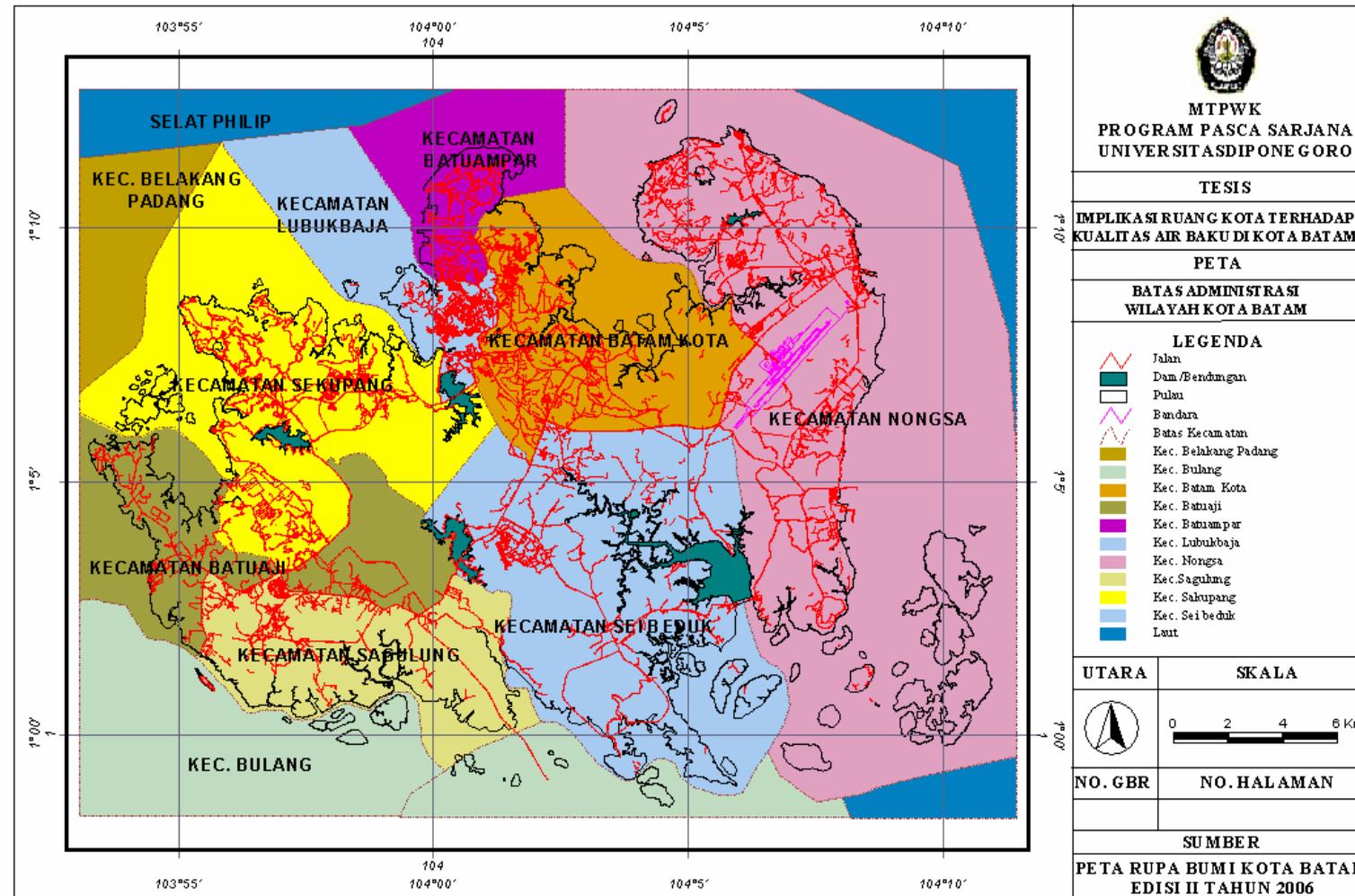
#### **3.2.4 Kebijakan Pengembangan Sistem Jaringan Drainase**

Kebijakan pengembangan sistem jaringan drainase di Kota Batam pada prinsipnya tetap memanfaatkan sistem jaringan drainase yang sudah ada serta memanfaatkan sungai-sungai alam sebagai sistem pembuangan alamiah yang sekaligus berfungsi sebagai badan air penampungan dari limpasan air hujan sebagai jaringan pembuangan akhir. Adapun yang dipergunakan dalam menyusun kebijakan pengembangan sistem drainase kota adalah :



Sumber: Bappeda Kota Batam 2004

**GAMBAR 3.4**  
**RTRW KOTA BATAM 2004-2014**



Sumber : Bappeda Kota Batam

**GAMBAR 3.5**  
**PETA ADMINISTRASI KOTA BATAM TAHUN 2006**

1. Memanfaatkan sistem jaringan drainase yang ada secara maksimal, baik sungai, anak sungai, maupun saluran alami lainnya.
2. Mengalirkan air hujan secepatnya melalui suatu sistem jaringan drainase ke badan air terdekat dengan menghemat panjang saluran
3. Sedapat mungkin mengikuti jalan utama untuk memudahkan pengawasan dan pemeliharaan
4. Pengaliran air hujan diupayakan memanfaatkan energi gravitasi dan menghindari penggunaan pompa
5. Penampang saluran dapat berbentuk empat persegi panjang, trapesium maupun bulat, disesuaikan dengan keadaan dan kebutuhan setempat
6. Ekonomis pembuatannya dan membutuhkan investasi yang rendah.

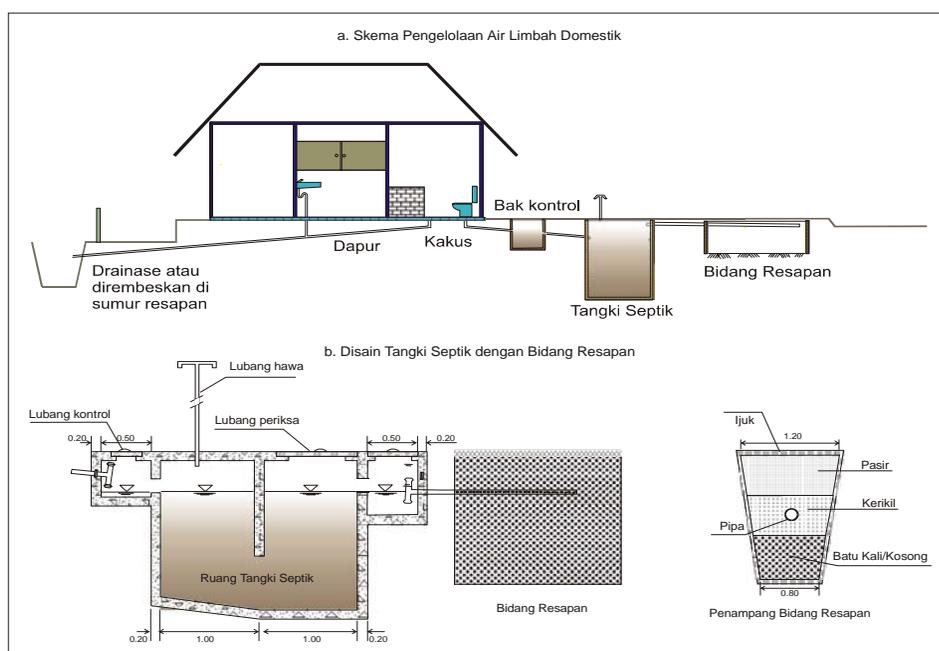
### **3.2.5 Kebijakan Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik**

Kebijakan pengelolaan air limbah domestik di Kota Batam tetap menggunakan sistem pengolahan setempat (*on site system sanitation*) yaitu dengan menggunakan tangki septik yang ada di tiap-tiap rumah dengan lebih meningkatkan kuantitas dan kualitasnya, seperti terlihat pada Gambar 3.6. Dalam kaitannya dengan masalah sanitasi ini, maka dalam implementasinya perlu dilakukan upaya :

1. Penyuluhan kepada penduduk dalam peningkatan kesadaran akan pentingnya kesehatan dengan menghilangkan kebiasaan untuk membuang kotorannya di sembarang tempat. Sebagai konsekuensinya penduduk diharapkan untuk

membangun sendiri sarana sanitasi di tempat tinggalnya masing-masing serta pembangunan utilitas MCK untuk penduduk di daerah padat atau penduduk golongan ekonomi lemah

2. Penyediaan kendaraan pengangkut tinja untuk membersihkan dan menguras lumpur tinja pada tangki septik yang sudah penuh
3. Monitoring untuk memantau pengelolaan air limbah domestik, serta kualitas dan kuantitas badan-badan air yang ada di perkotaan.

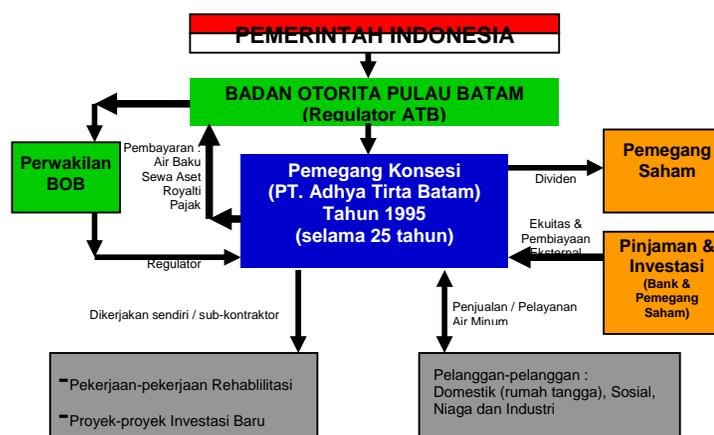


**GAMBAR 3.6**  
**PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK SISTEM SETEMPAT**  
**MENGGUNAKAN TANGKI SEPTIK**

### 3.3. Permasalahan Penyediaan Air Bersih di Kota Batam

Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih penduduk Kota Batam saat ini sebagian besar berasal dari pemanfaatan sumber air hujan yang ditampung melalui

bak-bak penampung yang dilakukan secara individu atau dialirkan melalui sistem drainase kota ke waduk/dam yang dikelola oleh Pemerintah Kota Batam bersama Otorita Batam. Dam-dam tersebut antara lain Dam Sei Baloi, Dam Nongsa, Dam Sei Harapan, Dam Sei Ladi, Dam Muka Kuning dan Dam Duriangkang. Pada Tahun 1995 Badan Otorita Batam memberikan konsesi pengelolaan air bersih di Kota Batam selama dua puluh lima tahun sejak tahun 1995 kepada PT. Adhya Tirta Batam (PT.ATB) untuk mensuplai kebutuhan air bersih di Pulau Batam. PT. ATB adalah sebuah konsorsium yang dibentuk oleh sebuah perusahaan air bersih di Inggris, Biwater dengan perusahaan kontraktor nasional PT. Bangun Cipta Kontraktor. Kemudian Biwater membentuk perusahaan *joint venture* dengan Nuon sebuah perusahaan utilitas asal Belanda dengan nama Cascad BV dan PT. Bangun Cipta Kontraktor masing-masing memegang 50 persen saham PT.ATB. Struktur perjanjian konsesi dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini.



Sumber : PT. Adhya Tirta Batam, 2007

**GAMBAR 3.7**  
**STRUKTUR ORGANISASI PERJANJIAN KONSESI PEMERINTAH**  
**DENGAN PT. ADHYA TIRTA BATAM**

Agar dam yang dikelola oleh Pemerintah Kota Batam bersama Otorita Batam terhindar dari pencemaran serta tidak terpenetrasi oleh kegiatan budidaya, maka pengelolaan waduk yang ada dilakukan melalui pengawasan dan pengendalian pengembangan wilayah sekitarnya serta mengamankan daerah sekitar waduk yang berfungsi sebagai kawasan resapan air dari kegiatan terbangun.

. Kebijakan pengembangan potensi ketersediaan air baku di Kota Batam adalah dengan pembatasan tata guna lahan untuk mencapai keseimbangan antara potensi ketersediaan air dengan pengembangan wilayah. Oleh karena itu perbandingan kawasan hijau dengan kawasan pembangunan infrastruktur saat ini adalah 60% : 40% perlu dilakukan revegetasi di lahan terbangun (*build up areas*).

Namun di sisi lain masih terdapat kebijakan pemerintah yang kontradiktif, karena pengendalian dan pengamanan sumber air baku hanya di hutan lindung saja, sementara terdapat kebijakan pengalokasian kawasan permukiman, jasa dan industri di sekitar dam yang menghasilkan limbah yang dapat mencemari air baku. Kondisi ini disebabkan letak dam berada di lembah/cekungan dimana elevasinya lebih rendah daripada elevasi kawasan permukiman, jasa atau industri sehingga air drainase yang telah bercampur dengan air limbah secara gravitasi mengalir menuju dam (Gambar 3.8), sehingga menimbulkan pencemaran.

Tujuan mengalirkan drainase menuju dam adalah untuk mengatasi banjir di kawasan perumahan di sekitar dam sekaligus untuk membantu mengisi dam, karena resapan air hujan dari hutan lindung tidak cukup untuk mengisi dam.

Contoh kondisi resapan air di kawasan hutan lindung Dam Duriangkang ditampilkan dalam Tabel III.3.

**TABEL III.3**  
**PERBANDINGAN VOLUME RESAPAN AIR DAN OPERASIONAL IPA**

Luas Kawasan Hutan Lindung (M2)	Curah Hujan (MM/Th)	Volume Resapan Air (M3/Th)	Operasional IPA (M3/Th)	Keterangan
5.151.075	2.616	13.475.212	40.523.760	Volume resapan air tidak mencukupi

Sumber data : Otorita Batam dan PT.ATB. Data diolah, 2008

Gambar 3.8 menunjukkan pengalokasian dam dalam tata ruang Kota Batam. Beberapa dam dikelilingi oleh kawasan permukiman dan industri (Dam Duriangkang dan Dam Sei Harapan) serta kawasan jasa dan perkantoran (Dam Baloi). Sekitar 30% luas wilayahnya dialokasikan sebagai hutan lindung yang berfungsi untuk melindungi dan menjaga kelestarian air baku yang ditampung di dam-dam tersebut. Mengingat Pulau Batam adalah pulau kecil (luas 415 km<sup>2</sup>) dengan laju pertumbuhan penduduk sekitar 6%-15% per tahun maka kebutuhan terhadap lahan permukiman menjadi cukup tinggi, sehingga masalah pengolahan limbah yang dihasilkan baik domestik maupun non domestik menjadi sangat penting agar tidak mencemari sumber air baku yang dapat membahayakan kesehatan.

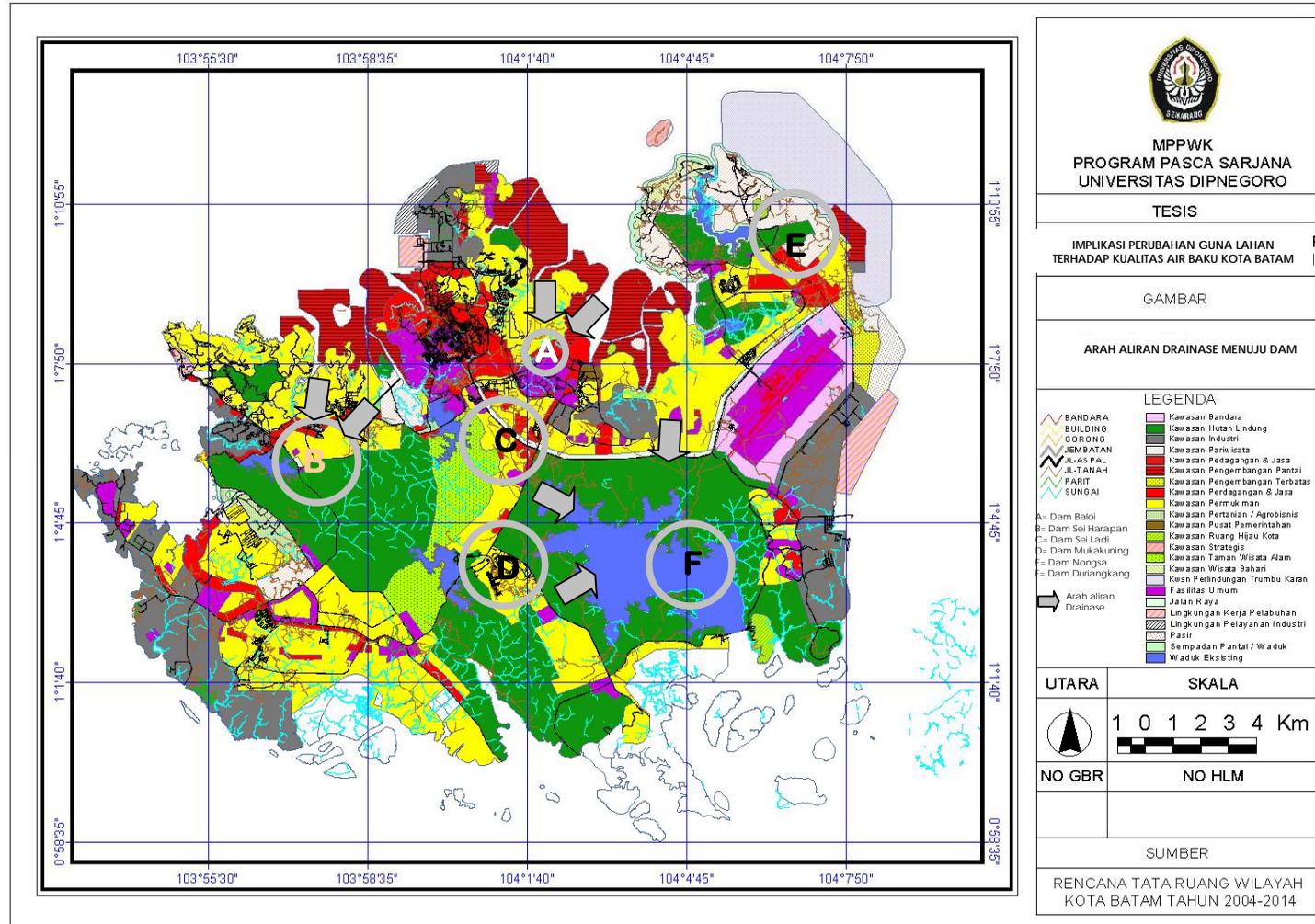
### 3.4 Gambaran Sumber Air Baku Dam Duriangkang

#### 3.4.1 Perubahan Penggunaan Lahan di Sekitar Wilayah Dam Duriangkang Kota Batam

Perkembangan penduduk di Kota Batam yang begitu pesat juga berimbas pada penggunaan lahan di sekitar Dam Duriangkang, terutama di kawasan Batam Centre.

Penggunaan lahan terbesar di kawasan Batam Centre adalah digunakan untuk permukiman, yang berada di Kecamatan Batam Kota. Kecamatan ini berada di sebelah utara Dam Duriangkang, yang merupakan salah satu penyedia air baku terbesar di Kota Batam. Kawasan Batam Centre sesuai dengan RTRW Kota Batam Tahun 2004-2014, ditetapkan sebagai pusat pemerintahan, perdagangan dan jasa, industri, perumahan dan perkantoran.

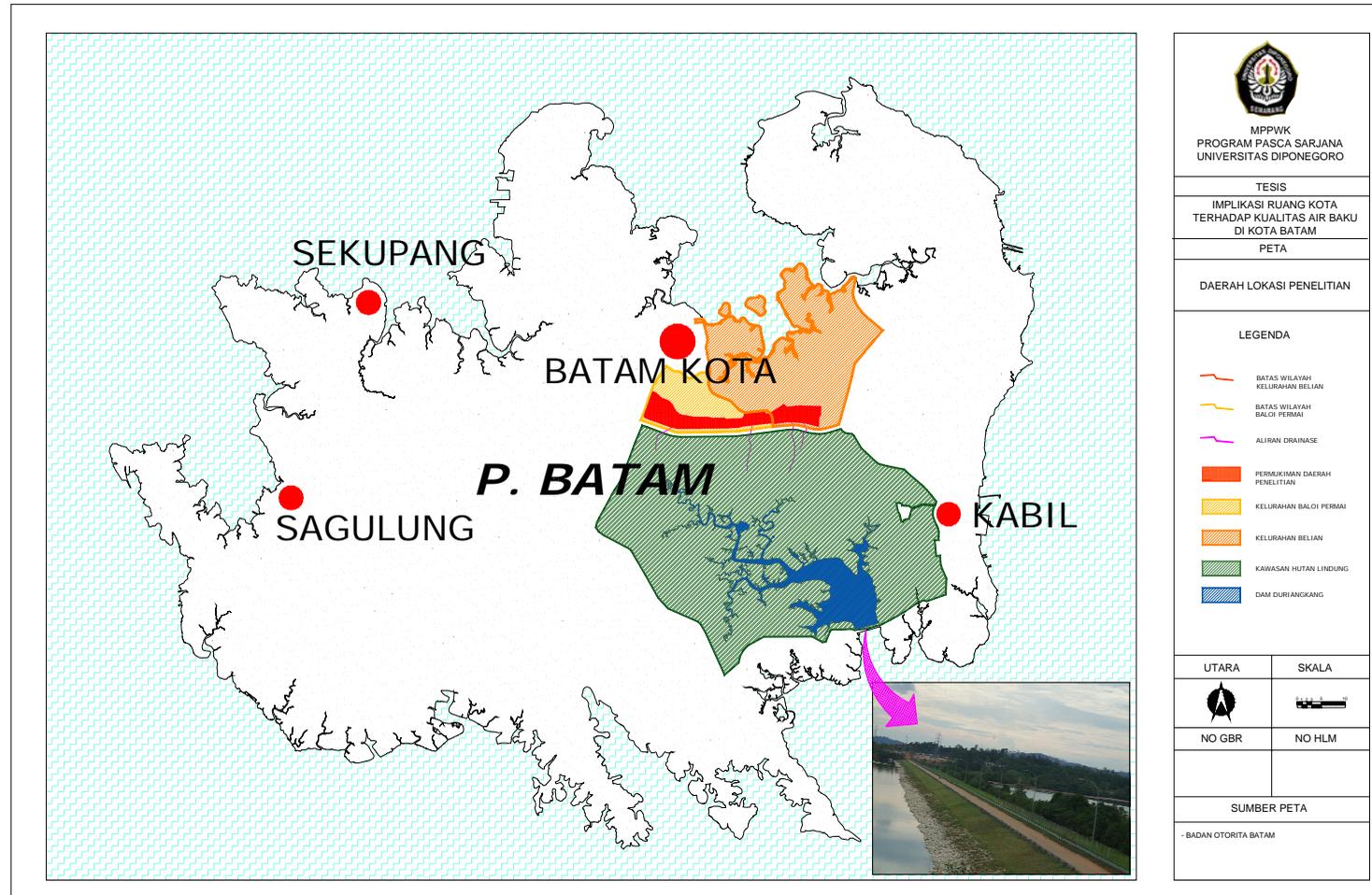
Banyaknya kegiatan di kawasan ini menarik penduduk untuk bermukim di kawasan ini, salah satunya karena adanya kawasan industri Kara Industrial Estate dan Citra Buana Park sehingga banyak karyawan yang bekerja di pabrik-pabrik bermukim tidak jauh dengan tempatnya bekerja, dan terlebih lagi letak kawasan Batam Centre yang strategis, dekat dengan berbagai fasilitas pelayanan perkotaan seperti Bandara Internasional Hang Nadim di sebelah timur, Pelabuhan Internasional Batam Centre di sebelah utara, Mega Mal Batam Centre bersebelahan dengan kantor walikota, di sebelah selatan terdapat kawasan industri terbesar di Batam yaitu Batamindo Mukakuning.



Perkembangan permukiman di kawasan ini cenderung linier searah jalan menuju Nongsa atau bandara. Permukiman tersebut sebagian besar berada di wilayah Kelurahan Baloi Permai dan Kelurahan Belian seperti Perumahan Taman Duta Mas, Perumahan Legenda Malaka, Perumahan Bida Asri, Perumahan Kurnia Djaya Alam (KDA) dan Perumahan Cendana. Berikut ini adalah jenis penggunaan lahan di dua kelurahan tersebut.

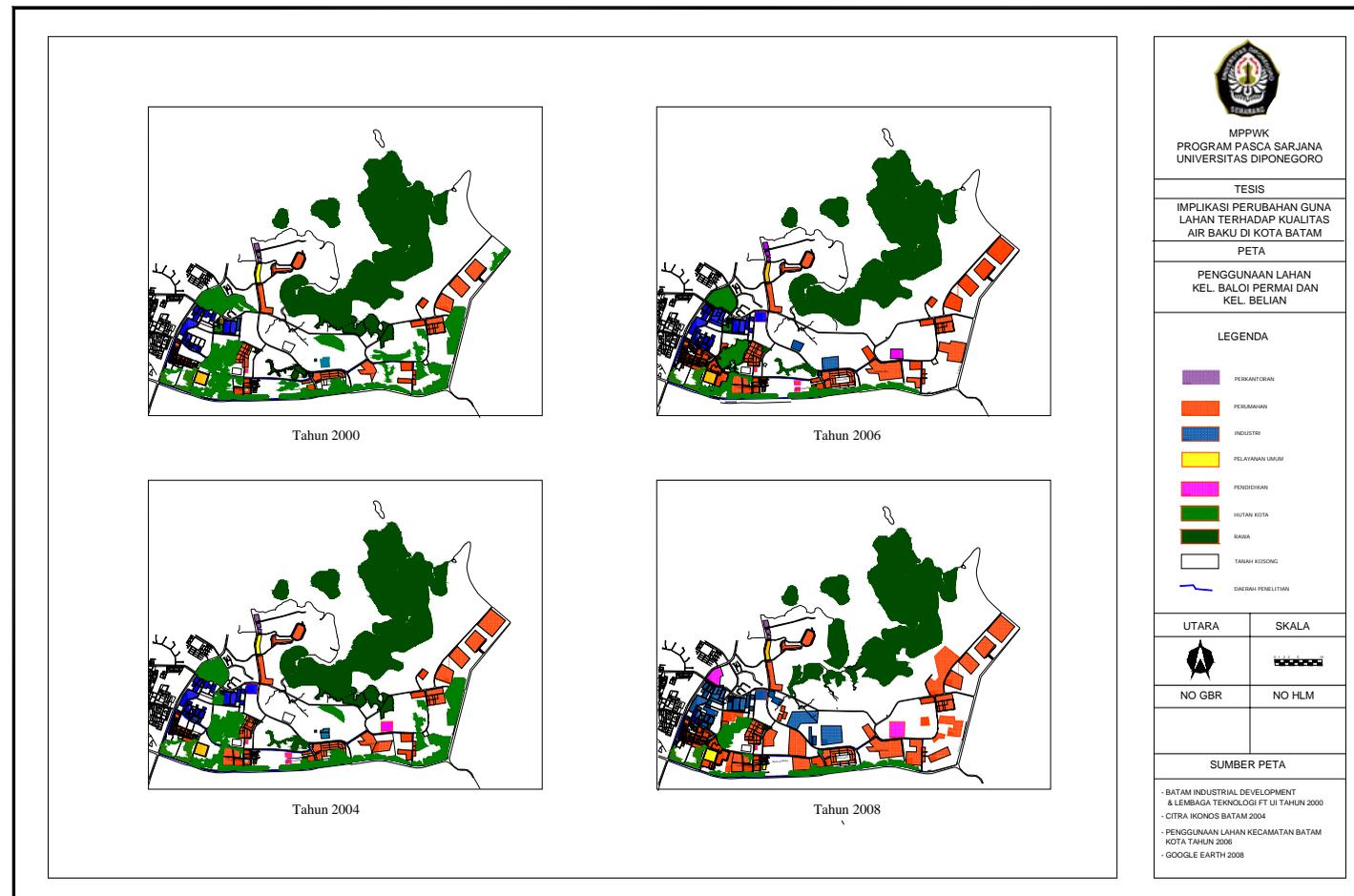
Berdasarkan Tabel III.4 dapat diketahui penggunaan lahan untuk perumahan pada tahun 2000 adalah 6,14%, yang merupakan penggunaan lahan terbesar untuk lahan terbangun, yang diikuti lahan untuk industri sebesar 1,33% sedangkan untuk lahan belum terbangun yang meliputi rawa, semak dan tanah kosong sebesar 91,87%. Empat tahun kemudian, pada tahun 2004 penggunaan lahan untuk perumahan meningkat menjadi 9,45% dan pada tahun 2006 meningkat menjadi 14,65%, hal ini terus mengalami peningkatan seiring dengan penambahan penduduk di Pulau Batam, hingga pada tahun 2008 mencapai 15,47%, sedangkan lahan yang belum dibangun menurun menjadi 78,25%. Hanya dalam jangka waktu kurang dari delapan tahun penggunaan lahan permukiman telah meningkat sebesar kurang lebih 250%. Perubahan penggunaan lahan di sekitar Dam Duriangkang dapat dilihat pada Gambar 3.10.

Wilayah yang dijadikan lokasi penelitian ini masuk di dalam Kelurahan Baloi Permai dan Kelurahan Belian, seperti terlihat pada Gambar 3.9. Lahan yang digunakan untuk permukiman tersebut cukup luas dan padat penduduk di samping



Sumber : Hasil Analisis, 2008

GAMBAR 3.9



Sumber: Hasil Analisis, 2008

GAMBAR 3.10

**TABEL III. 4**  
**PERUBAHAN GUNA LAHAN DI KELURAHAN**  
**BALOI PERMAI DAN BELIAN TAHUN 2000, 2004, 2006 DAN 2008**

No	Jenis Penggunaan	2000		2004		2006		2008	
		Luas (Ha)	%						
1	Rawa	530.81	26.70	530.81	26.70	510.57	25.68	454.82	22.88
2	Semak	219.98	11.07	178.16	8.96	92.1	4.63	56.33	2.83
3	Perumahan	122.08	6.14	187.90	9.45	291.3	14.65	307.57	15.47
4	Industri	26.53	1.33	33.78	1.70	38.2	1.92	92.64	4.66
5	Pendidikan	0.46	0.02	5.34	0.27	5.34	0.27	18.94	0.95
6	Pemerintahan	2.95	0.15	2.95	0.15	2.95	0.15	2.95	0.15
7	Fasilitas Pelayanan	9.69	0.49	9.69	0.49	10.2	0.51	10.2	0.51
8	Tanah kosong	1075.4	54.10	1039.27	52.28	1037.24	52.18	1044.45	52.54
	<b>TOTAL</b>	<b>1987.9</b>	<b>100.00</b>	<b>1987.9</b>	<b>100.00</b>	<b>1987.9</b>	<b>100.00</b>	<b>1987.9</b>	<b>100.00</b>

Sumber : Hasil Analisis 2008

untuk perumahan, juga terdapat pertokoan berupa rumah toko (ruko) untuk melayani kebutuhan penduduk sekitar sehari-hari seperti warung makan, toko kelontong, kios sayuran, bengkel motor, dan lain-lain terutama penghuni perumahan, walau tidak menutup kemungkinan penduduk dari luar.

Sesuai dengan RTRW Kota Batam 2004-2014 bahwa pengembangan kegiatan permukiman di Kota Batam menggunakan konsep *neighborhood unit* yaitu permukiman yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana pelayanan umum yang memadai, untuk melayani kebutuhan pokok penduduk yang tinggal di sekitarnya yang kemudian konsep ini diintegrasikan oleh sistem jaringan jalan sehingga membentuk satu kesatuan yang saling mendukung dan terintegrasi antara permukiman sederhana, menengah dan mewah, serta diharapkan dapat terjalin interaksi dan sosialisai diantara penghuninya. Misal, perumahan di Legenda Malaka yang juga dilengkapi dengan ruko-ruko yang sekarang telah berkembang menjadi sub pusat perbelanjaan untuk kebutuhan sehari-hari bukan saja bagi

penghuni perumahan Legenda Malaka namun juga bagi penghuni perumahan-perumahan lain di sekitarnya, seperti Legenda Bali, Taman Mediterania dan sebagainya. Demikian juga dengan Perumahan Taman Duta Mas, yang menyediakan tempat rekreasi keluarga berupa kolam renang dan tempat bermain anak-anak yang bukan hanya khusus bagi penghuni perumahan ini namun terbuka untuk umum, seperti terlihat pada Gambar 3.11.

Tingginya minat masyarakat untuk bertempat tinggal di Kawasan Batam Centre khususnya di daerah penelitian ini menyebabkan permintaan rumah juga meningkat, hal ini dapat dilihat pada Tabel III.5 yang menunjukkan adanya perubahan lahan untuk permukiman dari tahun 2000, 2004, 2006 dan 2008 berdasarkan foto udara dari Citra Landsat maupun dari *Google Earth* yang telah melalui proses dijitasi untuk memudahkan dalam penghitungan luasannya.



Sumber : Hasil Observasi 2008

**GAMBAR 3.11**  
**FASILITAS UMUM DI PERUMAHAN**

**TABEL III. 5**  
**JENIS PENGGUNAAN LAHAN DI WILAYAH STUDI**

Jenis Penggunaan Lahan	2000		2004		2006		2008	
	Luas (Ha)	%						
Semak	78.67	26.31	58.81	19.67	54.94	18.37	41.33	13.82
Permukiman	39.87	13.33	54.48	18.22	72	24.08	94.18	31.50
Fasilitas Pelayanan	5.74	1.92	5.74	1.92	5.74	1.92	5.74	1.92
Tanah Kosong	174.73	58.44	179.98	60.19	166.33	55.63	157.76	52.76
Total	299.01		299.01		299.01		299.01	

Sumber : Hasil analisis 2008

Berdasarkan Tabel III.5 mulai tahun 2000 sampai tahun 2008 terlihat bahwa luasan lahan yang belum terbangun terus berkurang, seperti penggunaan lahan untuk permukiman pada tahun 2000 sebesar 39,97Ha sedangkan lahan yang belum terbangun (semak dan tanah kosong) sebesar 253,40 Ha. Seiring meningkatnya laju pertumbuhan penduduk, maka lahan untuk permukiman juga mengalami peningkatan, pada tahun 2004 sebesar 54,48 Ha, tahun 2006 72 Ha dan tahun 2008 sebesar 94,18 Ha namun sebaliknya lahan yang belum terbangun justru mengalami penurunan yaitu pada tahun 2004 238,79Ha, tahun 2006 221,27 Ha dan tahun 2008 sebesar 199,09Ha.

Sesungguhnya tanpa disadari keberadaan lahan yang belum terbangun tersebut sangat manfaat dalam menjaga keseimbangan lingkungan, mengingat lahan tersebut berfungsi sebagai *catchment area* pada saat hujan, sehingga air hujan sebagian akan meresap ke dalam tanah dan mengurangi terjadinya *run off* atau aliran permukaan. Pada musim penghujan di Kota Batam khususnya di jalan sekitar perumahan KDA dan Cendana sering terjadi banjir, hal ini dikarenakan disekitar lokasi tersebut telah mengalami perubahan guna lahan, dari yang semula ditumbuhi

semak dan pohon berubah menjadi lahan terbangun seperti perumahan dan kebetulan terdapat cekungan sehingga air terkumpul di sana.

Demikian halnya dengan Tabel III.6 yang meyajikan perubahan penggunaan lahan untuk perumahan yang ada di wilayah studi. Perubahan lahan tersebut mencerminkan tingginya laju pembangunan perumahan di wilayah studi dan hal ini didasarkan pada tingginya permintaan akan perumahan di Kota Batam, yang dapat menyebabkan pertumbuhan perumahan terus bertambah. Berikut ini adalah data luas perumahan yang ada di dalam wilayah penelitian.

**TABEL III.6**  
**LUAS KAVLING PERUMAHAN DI WILAYAH STUDI**

NAMA PERUMAHAN	LUAS (Ha)			
	2000	2004	2006	2008
Taman Duta Mas	9.96	12.79	28.37	31.72
Plamo Garden		1.66	2.21	6.32
Legenda Bali			3.21	4.27
Legenda Malaka	7.47	18.03	19.04	19.13
Taman Mediterania	3.31	5.8	6.06	14.14
Bida Asri	11.02	15.01	22.62	22.62
Kurnia Djaya Alam (KDA)	8.11	15.51	22.94	22.94
Cendana	6.83	8.21	8.21	14.62
<b>Jumlah</b>	<b>46.7</b>	<b>77.01</b>	<b>112.66</b>	<b>135.76</b>

*Sumber : Hasil Analisis 2008*

Tabel III.6 menunjukkan pertambahan lahan yang digunakan untuk perumahan di wilayah studi mulai tahun 2000 hingga tahun 2008. Pada tahun 2000, luas lahan untuk perumahan adalah 46,7 Ha hingga pada tahun 2008 luas lahan yang digunakan untuk perumahan mencapai 135,76 Ha, hal ini berarti telah terjadi kenaikan sebesar hampir 300% lebih tinggi dibandingkan dengan di Kelurahan Baloi Permai dan Belian. Pada Tabel III.6 juga terlihat adanya kenaikan

penggunaan lahan yang cukup signifikan yaitu pada tahun 2006 sebesar 112,66 Ha, naik sebesar 35,65 Ha dari tahun 2004 sebesar 77,01Ha. Hal ini disebabkan karena terjadinya lonjakan pertumbuhan penduduk pada tahun 2005 sebesar 16% (Dinas Kependudukan Kota Batam).

Laju kepadatan bangunan yang terjadi di perumahan-perumahan ini tidak terlepas dari peningkatan minat penduduk yang bermukim di perumahan tersebut, yang akhirnya akan meningkatkan jumlah penghuni perumahan tersebut, seperti terlihat pada tabel berikut :

**TABEL III. 7.**  
**JUMLAH PENDUDUK PERUMAHAN DI WILAYAH STUDI**

Nama Perumahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Taman Duta Mas	630	900	1,170	1,440	1,710	1,980	2,206	1,936
Plamo Garden					687	796	887	778
Legenda Bali						898	936	1,068
Legenda Malaka	1,682	2,609	3,536	4,463	5,390	6,317	6,584	7,511
Taman Mediterania	545	1,205	1,865	2,525	3,185	3,845	4,420	3,760
Bida Asri	689	794	1,010	1,056	1,081	1,139	1,356	1,457
Kurnia Djaya Alam (KDA)	2,202	2,402	2,602	2,802	3,002	3,202	3,300	3,500
Cendana	1,672	1,917	2,162	2,407	2,652	2,997	3,198	4,220
<b>Jumlah</b>	<b>7,420</b>	<b>9,827</b>	<b>12,345</b>	<b>14,693</b>	<b>17,707</b>	<b>21,174</b>	<b>22,887</b>	<b>24,230</b>

Sumber : Data Kelurahan, 2008

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa perumahan Legenda Malaka mempunyai lahan terbangun paling luas dan jumlah penduduk terbesar, dengan jumlah penduduk 1,682 jiwa di tahun 2000 dan 7,511 jiwa di tahun 2007, sedangkan perumahan yang memiliki jumlah penduduk yang terkecil adalah Plamo Garden yaitu 687 jiwa di tahun 2004 dan 778 jiwa di tahun 2007. Perumahan Plamo Garden termasuk perumahan kelas atas, sehingga rumah-rumah yang ada di

Plamo relatif lebih besar dibanding dengan rumah-rumah yang ada di Legenda Malaka, yang merupakan perumahan kelas menengah. Hasil perhitungan kepadatan penduduk perumahan tersebut adalah sebagai berikut:

**TABEL III. 8**  
**KEPADATAN PENDUDUK PERUMAHAN DI WILAYAH STUDI**

Nama Perumahan	Jumlah Penduduk / Luas (Jiwa/Ha)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Taman Duta Mas	63	84	103	119	134	96	78	64
Plamo Garden					414	411	401	182
Legenda Bali							292	286
Legenda Malaka	225	258	277	290	299	341	346	394
Taman Mediterania	165	306	409	488	549	648	729	372
Bida Asri	174	151	132	115	101	75	60	64
Kurnia Djaya Alam (KDA)	272	241	220	205	194	167	144	153
Cendana	245	267	288	306	323	365	390	370

*Sumber : Hasil Analisis 2008*

Pengertian daerah padat ditinjau dari segi kepadatan penduduk menurut BPS dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu:

- a. Kepadatan Tinggi: > 300 jiwa/ha
- b. Kepadatan Sedang: 150 – 300 jiwa/ha
- c. Kepadatan Rendah: < 150 jiwa/ha

Berdasarkan tabel di atas pada tahun 2007 terlihat bahwa perumahan yang mempunyai tingkat kepadatan tinggi adalah Legenda Malaka, Taman Mediterania, dan Cendana, di mana ketiga perumahan tersebut merupakan perumahan kelas menengah sehingga luas kavlingnya berukuran kecil, jalan lingkungan juga kecil, serta jumlah lahan terbuka juga relatif sedikit sedangkan perumahan Plamo Garden, Legenda Bali, Kurnia Djaya Alam (KDA) termasuk golongan kepadatan

sedang, hal ini karena Plamo Garden dan Kurnia Djaya Alam termasuk perumahan kelas atas, yang memiliki jalan yang lebih lebar, taman yang lebih banyak serta kavling tanah perumahan yang lebih besar juga. Sementara untuk Legenda Bali termasuk perumahan menengah namun karena masih baru maka kemungkinan penghuninya belum penuh. Selanjutnya Perumahan Taman Duta Mas dan Bida Asri termasuk golongan kepadatan rendah, Perumahan Taman Duta Mas termasuk perumahan kelas atas, sedangkan Bida Asri adalah perumahan kelas menengah yang diperuntukkan bagi warga yang terkena pengusuran proyek Dam Duriangkang.

### **3.4.2 Kondisi Dam di Kota Batam**

Dam Duriangkang seperti sudah disebutkan sebelumnya merupakan dam terbesar di Kota Batam yang mempunyai daya tampung 78.180.000 m<sup>3</sup>, yang menjadi tumpuan untuk memenuhi 78% kebutuhan air bersih penduduk Kota Batam seperti terlihat pada Tabel III.9. Kondisi dam saat ini baru beroperasi 1225/dtk dari kapasitas desain 3000 l/dtk, yang berarti masih ada cadangan 1775 l/dtk lagi untuk dioperasikan pada masa yang akan datang. Sedangkan dam-dam lain di Kota Batam sebagian besar sudah dioperasikan melebihi dari kapasitas waduknya sehingga tidak dapat ditambah lagi. Kondisi ini berarti Dam Duriangkang menjadi tumpuan satu-satunya dalam mengembangkan penyediaan air bersih di Kota Batam untuk saat ini.

**TABEL III.9**  
**PROFIL DAM DI KOTA BATAM**

URAIAN	NAMA DAM					
	Duriangkang	Mukakuning	Sei Ladi	Sei Harapan	Sei Nongsa	Sei Baloi
Tahun Pembangunan	1990	1986	1985	1982	1978	1977
Tahun Beroperasi	2001	1991	1986	1984	1979	1978
Volume Tampung (m <sup>3</sup> )	78.180.000	12.720.000	9.490.000	3.600.000	720.000	270.000
Kecamatan	Sei Beduk	Sei Beduk	Sekupang	Sekupang	Nongsa	Lubuk Baja
Luas Genangan (Ha)	1.692,92	151,67	120,03	87,17	23,18	8,99
Kapasitas waduk (l/dt)	3000	310	240	210	60	30
Kapsitas Desain (l/dt)	1225	310	290	190	110	60

Sumber : Badan Otorita Batam

### 3.4.3 Kondisi Kualitas Air Baku Dam Duriangkang

Kualitas air baku di Dam Duriangkang sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan aliran-aliran yang masuk ke dalam dam tersebut. Daerah yang semakin padat penduduk pada umumnya juga diikuti dengan kepadatan bangunan yang tinggi, sehingga lahan untuk ruang terbuka juga ikut berkurang hal ini berdampak pada kebersihan lingkungan yang menjadi kotor dan banyak sampah dibuang sembarangan. Akibatnya pada saat musim hujan karena *catchment area* yang sangat sedikit *run off* yang terjadi semakin besar yang dimungkinkan membawa sampah mupun kotoran lain ke dalam aliran drainase masuk ke dam.

Melihat posisi *intake* Instalasi Pengolahan Air (IPA) Duriangkang yang lokasinya berada jauh dari saluran drainase yang berasal dari perumahan, sudah mengalami pencemaran sementara saat ini PT. ATB baru memproduksi 1,225 liter/detik (IPA Duriangkang dan Piayu). Bila saatnya nanti, sesuai dengan masterplan, ATB akan memproduksi 3,000 liter/detik, hal ini berarti pencemaran

akan jauh lebih besar karena fluktuasi level muka air akan lebih besar dan kecepatan polutan menghampiri lokasi intake juga lebih besar.

Hubungan perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi pencemaran air di perairan Dam Duriangkang didapatkan dengan meregresikan hasil digitasi peta perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000-2008 dengan data sekunder dari ATB pada hasil pemeriksaan air Dam Duriangkang dengan parameter Warna,

Alkalinitas, Sulfat (SO<sub>4</sub>), Amonia (NH<sub>3</sub>), dan *E. Coli*. *E. Coli* berasal dari kotoran manusia dan hewan, untuk mengetahuinya dilakukan mikrobiologi test. WHO *guidelines* tidak mentolerir adanya mikrobiologi di dalam air olahan yang dapat menyebabkan disentri dan kolera dengan cepat, untuk itu kita harus tetap menjaga adanya sisa chlor (*free chlor*) didalam air hasil olahan yang fungsinya membunuh mikrobiologi tersebut.

Data sekunder yang diperoleh dari ATB pada kualitas air Dam Duriangkang dari tahun 2000-2006 adalah sebagai berikut:

**TABEL III.10**  
**DATA TREND PENCEMARAN AIR DAM DURIANGKANG**

Tahun	Warna (TCU)	Stat	Alkalinitas (mg/l)	Stat	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	Stat	Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	Stat	E. Coli (hasil/100 ml)	Stat
<b>Standar Baku</b>	<b>15</b>		<b>50</b>		<b>400</b>		<b>0,5</b>		<b>10</b>	
2000	55.00	X	10.60	✓	0.30	✓	0.30	✓	65.22	✓
2001	60.00	X	10.95	✓	0.35	✓	0.40	✓	85.52	✓
2002	62.00	X	11.02	✓	0.40	✓	0.50	X	105.11	X
2003	66.00	X	11.27	✓	0.05	✓	0.25	✓	107.33	X
2004	63.08	X	11.04	✓	0.04	✓	2.42	X	117.00	X
2005	91.33	X	12.79	✓	0.08	✓	7.75	X	110.66	X
2006	87.08	X	13.88	✓	0.04	✓	6.58	X	129.58	X

Sumber : PT. Adhya Tirta Batam, 2007

Keterangan :    ✓ : Tidak Tercemar  
                      ✗ : Tercemar

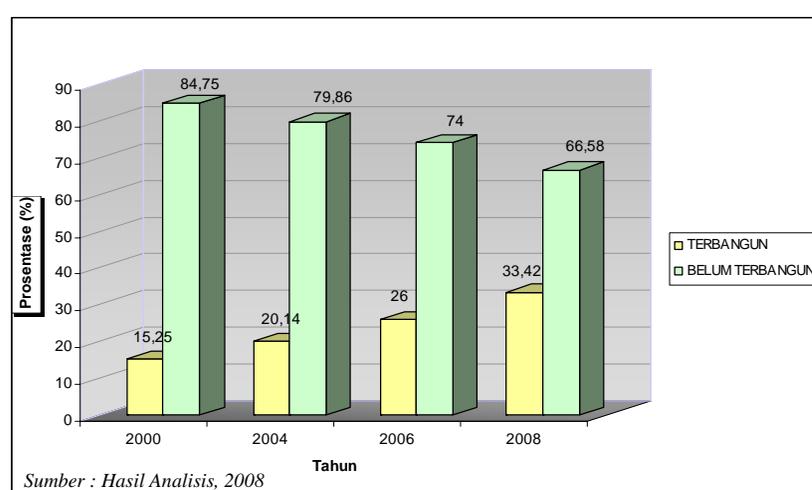
Berdasarkan Tabel III.10 diketahui bahwa sejak Tahun 2000 Dam Duriangkang mengalami pencemaran warna yang telah melebihi ambang batas, dan mulai Tahun 2002 parameter E Coli sudah melebihi ambang batasnya. Begitu juga dengan amonia, pada tahun 2002 kemudian tahun 2004 sampai tahun 2006 melebihi ambang batas berdasarkan PP No 82 tahun 2001.

## BAB IV IMPLIKASI PERUBAHAN GUNA LAHAN TERHADAP KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM

### 4.1 Analisis Guna Lahan

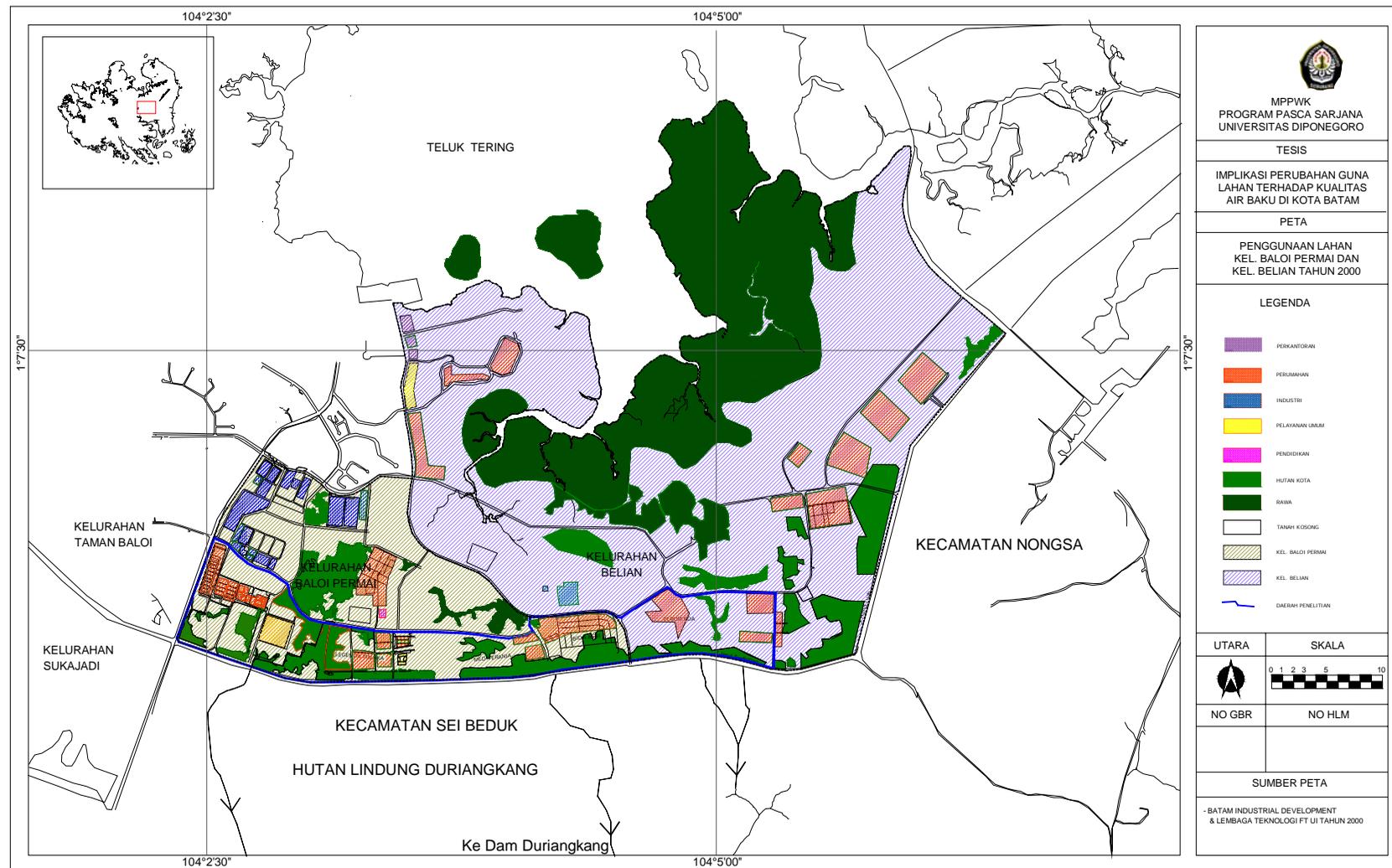
#### 4.1.1. Analisis Perubahan Guna Lahan

Perkembangan kawasan di lokasi studi yang berada di kawasan Batam Centre merupakan bagian dari perkembangan fisik Kota Batam, sudah barang tentu perkembangan kawasan tersebut merujuk kepada perkembangan fisik Kota Batam secara makro. Perkembangan yang terjadi di kawasan lokasi studi ditentukan oleh perkembangan pemanfaatan lahan dan sistem kegiatan daerah sekelilingnya dan Kota Batam pada umumnya.



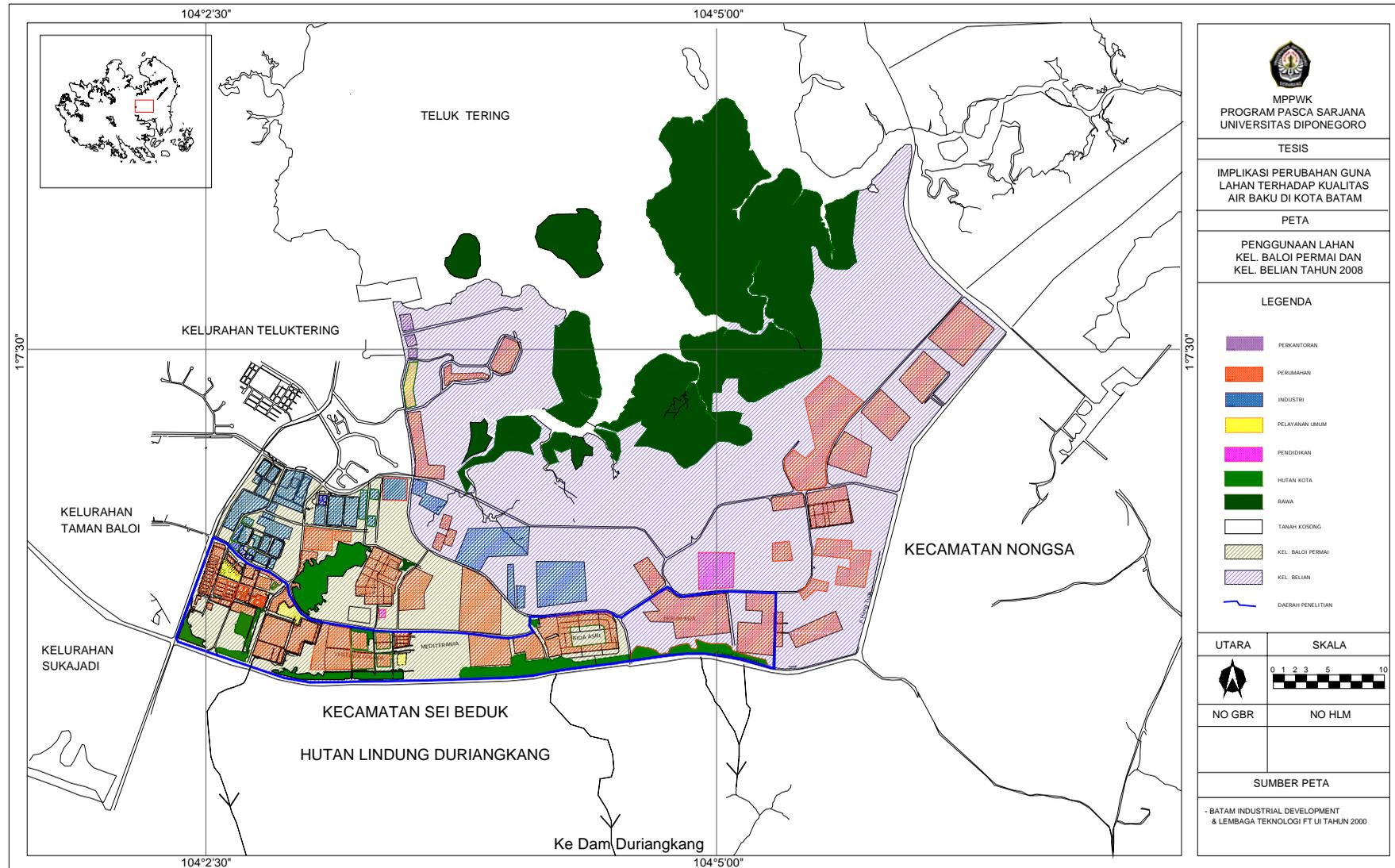
**GAMBAR 4.1  
GRAFIK KONVERSI LAHAN DI WILAYAH STUDI**

Berdasarkan Gambar 4.2 dan 4.3 dapat diketahui bahwa perubahan guna lahan tidak terbangun seperti rawa, hutan kota, dan lahan kosong banyak digunakan



Sumber : Hasil Analisis, 2008

**GAMBAR 4.2**  
**PENGGUNAAN LAHAN DI WILAYAH STUDI TAHUN 2000**



Sumber : Hasil Analisis, 2008

**GAMBAR 4.3**  
**PENGUNAAN LAHAN DI WILAYAH STUDI TAHUN 2008**

untuk pembangunan permukiman. Perkembangan pemanfaatan lahan melalui proses konversi dari kawasan tidak terbangun menjadi kawasan perumahan, sebenarnya adalah lahan resapan air seperti rawa dan hutan kota akibat adanya interaksi dan permintaan perumahan yang meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Konversi lahan sedikit demi sedikit akan menyebabkan semakin meluasnya lahan dengan pemanfaatan ke arah pemukiman dan komersil sebaliknya lahan resapan air di sekitar Dam Duriangkang semakin menyempit.

Pertumbuhan suatu kawasan juga ditandai dengan pemekaran pemanfaatan lahan dari dua sisi yaitu perubahan guna lahan tak terbangun menjadi lahan terbangun, hal ini terlihat dari perubahan luas lahan terbangun di kawasan studi dari 45,61 Ha (15,25%) pada tahun 2000, pada tahun 2004 luasnya menjadi 60,22 Ha (20,14%), tahun 2006 luasnya 77,74 Ha (26%) dan meningkat menjadi 99,92 Ha (33,42%) pada tahun 2008 seperti terlihat dalam Gambar 4.3. Lahan terbangun di lokasi studi sebagian besar berupa permukiman penduduk, yang didalamnya terdapat perumahan dan fasilitas penunjangnya serta fasilitas pelayanan.

Seperti terlihat pada Gambar 4.2 lahan di kawasan studi pada tahun 2000 masih banyak yang belum terbangun, rawa, ilalang dan hutan kota masih cukup luas dibandingkan dengan lahan yang terbangun, namun seiring dengan pertumbuhan penduduk di Batam pada tahun 2008 penggunaan lahan di wilayah studi dan sekitarnya cukup besar dibandingkan pada tahun 2000 (Gambar 4.3). Terutama penggunaan lahan untuk permukiman dan industri yang berkembang cukup pesat, menggeser rawa-rawa dan ilalang yang berguna sebagai daerah resapan air. Akibatnya karena lahan yang dapat meresapkan air berkurang

sedangkan sifat tanah di Batam yang sulit menyerap air seharusnya perlu lahan untuk peresapan yang luas, maka pada saat terjadi hujan daerah disekitar perumahan tersebut sering terjadi genangan air seperti di Perumahan Cendana dan KDA, Jl. Arteri Sudirman depan Duta Mas, juga Jl. Arteri Sudirman depan KDA. Hal ini disebabkan karena saluran drainase yang tidak mampu menampung air hujan akibat meningkatnya *run off* maupun terjadi penyumbatan atau pendangkalan di saluran drainase tersebut.

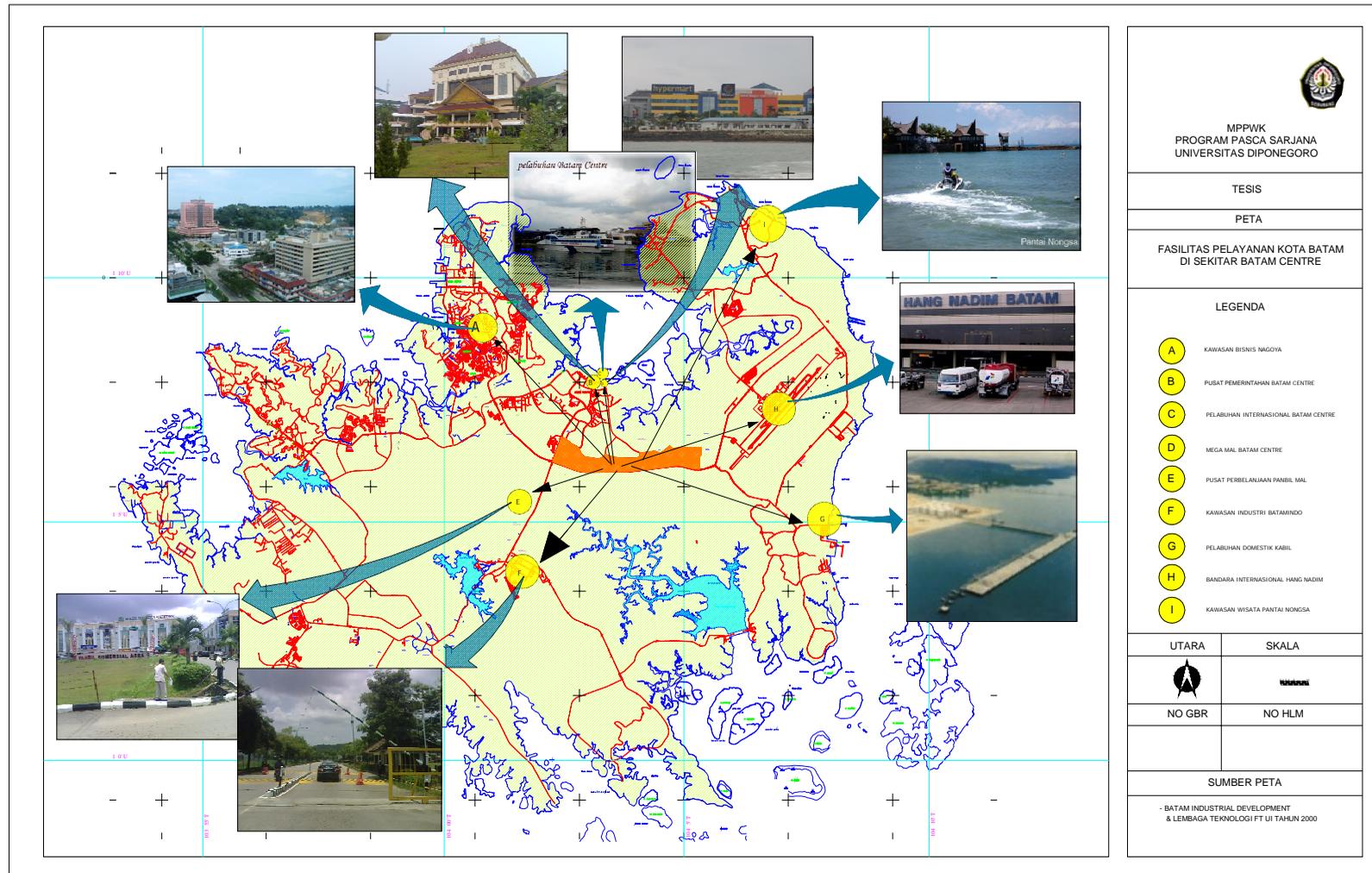
Meningkatnya jumlah penduduk di wilayah studi tidak lepas dari faktor minat masyarakat dalam memilih tempat tinggal di wilayah ini dengan mempertimbangkan tiga unsur yang mempengaruhi pemekaran fisik kota yaitu topografi, daya tarik *hinterland* dan aksesibilitas transportasi. Topografi menjadi salah satu faktor pemekaran kota karena adanya kecenderungan masyarakat untuk memberikan penilaian-penilaian kawasan berdasarkan kondisi topografi yang ada, sebagai contoh kondisi kawasan dengan topografi datar dan sederhana secara logika akan lebih menarik dibandingkan dengan kondisi topografi yang terjal dan kompleks.

Daya tarik *hinterland* mempengaruhi perkembangan fisik kota melalui kecenderungan pilihan masyarakat yang memilih mendirikan perumahan yang secara relatif memiliki jarak yang relatif lebih dekat dengan daerah *hinterland* yang paling berpengaruh, sebagai contoh perkembangan fisik di wilayah studi cenderung ke arah timur karena dipengaruhi oleh daerah Nongsa dan sekitarnya sebagai daerah *hinterland*.

Perkembangan fisik kota juga dipengaruhi oleh aksesibilitas prasarana sistem transportasi, sebagaimana di ketahui bahwa kawasan Batam Centre khususnya di wilayah studi terletak di antara dua jalan raya, ke arah timur terdapat Jl. Arteri Sudirman yang menghubungkan Nagoya dengan bandara Hang Nadim dan daerah Nongsa, ke arah selatan terdapat Jl. A Yani yang menghubungkan dengan Kawasan Industri Batamindo sedangkan di sebelah utara terdapat jalan penghubung menuju Core Batam Centre, dimana terdapat berbagai fasilitas prasarana kota, .

Wilayah studi ini pada umumnya telah memenuhi ketiga unsur di atas, dengan kondisi topografi yang relatif datar, serta memiliki jarak yang relatif dekat dengan daerah *hinterland*, juga memiliki aksesibilitas menuju berbagai fasilitas pelayanan kota (terlihat pada Gambar 4.4). Di sebelah utara terdapat pusat kantor pemerintahan, pelabuhan internasional, Mega Mal Batam Centre, di sebelah barat terdapat bandara internasional Hang Nadim, tempat wisata pantai Nongsa, di sebelah selatan terdapat kawasan industri terbesar di Batam Batamindo, tempat perbelanjaan Panbil Mall.

Ruang-ruang terbuka yang berfungsi sebagai *public space* seperti di lapangan atau taman kota di Kota Batam semakin berkurang, berganti dengan bangunan-bangunan dan perkerasan permukaan. Hal ini dapat berpengaruh terhadap penurunan kualitas lingkungan serta meningkatkan tingkat kebisingan, serta polusi udara dan air.



Sumber : Hasil Analisis, 2008

**GAMBAR 4. 4**  
**FASILITAS PERKOTAAN DI SEKITAR KAWASAN STUDI**

#### **4.1.2 Faktor Penentu Penggunaan Lahan**

Sebagaimana diketahui bahwa lahan mempunyai sifat statis, sedangkan permintaan akan penyediaan lahan terus meningkat sesuai dengan permintaan kegiatan masyarakat. Pertemuan antara dua kecenderungan yang berbeda ini menimbulkan ketidakseimbangan antara pasokan (*supply*) dan permintaan (*demand*) yang berdampak pada terjadinya persoalan-persoalan penggunaan lahan dalam suatu kota. Sebagai respon, perubahan atau konversi lahan merupakan pilihan paling mungkin yang dapat dilakukan untuk menjawab ketidakseimbangan sebagaimana dijelaskan di atas. Sejauh ini ada beberapa faktor yang dapat diidentifikasi menyangkut tata guna lahan di wilayah studi ditinjau dari dua sisi yaitu sisi alamiah dan sisi pembangunan.

Dari sisi alam misalnya dapat diidentifikasi beberapa hal seperti kondisi alamiah lahan, tata letak geografis, dan kondisi fisik lahan seperti kelayakan, daya tarik lahan, jarak dari pusat kota dan luas lahan. Ada juga aspek-aspek lain yang bersifat campur tangan manusia antara lain seperti penentuan tata guna lahan oleh pemerintah, penyediaan prasarana dan sarana publik, peningkatan aksesibilitas antar lahan, dan sebagainya.

Dari sisi pembangunan misalnya dapat diidentifikasi beberapa aspek seperti kegiatan ekonomi dan pembangunan di suatu wilayah atau kota oleh masyarakat dan pemerintah, perkembangan penduduk, perubahan pola dan gaya hidup masyarakat, dan sebagainya.

Sebagaimana diketahui kondisi lahan dan geografis lahan di wilayah studi sangat strategis berdekatan dengan beberapa fasilitas perkotaan di Kota Batam,

dan mempunyai bentuk topografi yang relatif datar sehingga memberi kemudahan serta lebih ekonomis dalam pemanfaatan lahan. Aksesibilitas menuju pusat-pusat pelayanan seperti pemerintahan di Core Batam Centre, pusat perbelanjaan di Mega Mall, Panbil Mal, transportasi laut di Batam Centre, transportasi udara di Bandara Hang Nadim, juga dekat dengan fasilitas pendidikan Universitas Batam, Politeknik Batam, kawasan industri Batamindo Mukakuning, Kara Industrial Estate juga dekat dengan pusat jasa dan perdagangan di Jl. Western Arterial dan sekitarnya. Dengan laju pertumbuhan penduduk di wilayah studi pada tahun 2007 mencapai 6%, hal ini dapat dijadikan indikator bahwa permintaan akan lahan meningkat, seiring dengan kebutuhan masyarakat untuk mencukupi kebutuhan akan tempat tinggal atau pemukiman. Jika lahan yang disediakan untuk pemukiman sudah mencapai titik jenuh, lambat tapi pasti, proses konversi lahan tak terbangun menjadi lahan binaan akan terjadi.

. Perkembangan penduduk juga merupakan salah satu faktor yang memicu terjadinya konversi lahan di wilayah studi. Setiap orang dalam suatu masyarakat perkotaan membutuhkan minimal dua kebutuhan pokok, yaitu kebutuhan akan makanan yang diimplementasikan dalam bentuk kegiatan-kegiatan ekonomi dan kebutuhan akan papan yang diimplementasikan dalam bentuk rumah dan pekarangan. Penyediaan akan kedua kebutuhan primer ini berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang ada dalam suatu kota. Karenanya peningkatan jumlah penduduk merupakan faktor penting yang menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan.

## **4.2 Analisis Kualitas Air**

### **4.2.1 Analisis Kualitas Air Dam Duriangkang Kota Batam**

Analisis kondisi kualitas perairan Dam Duriangkang dicerminkan melalui nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika, kimia maupun secara biologi sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan tersebut. Penilaian ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan nilai parameter kualitas air dari hasil pengukuran di lapangan dengan baku mutu perairan sesuai peruntukannya yang berlaku di Indonesia yakni mengacu pada PP RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Salah satu pemanfaatan perairan Dam Duriangkang adalah digunakan sebagai sumber air baku air minum, maka berdasarkan peraturan tersebut dalam penelitian ini sebagai pembanding digunakan baku mutu air kelas 1, yaitu air yang peruntukannya digunakan sebagai air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Standart kualitas air dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan yang menunjukkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, gangguan teknis dan gangguan dari segi estetika. Prasyarat dasar kualitas air minum dan air bersih menyangkut empat aspek sebagai berikut: (1) Persyaratan biologis, (2) persyaratan kimia, (3) persyaratan fisik, (4) persyaratan radiologis.

Beberapa parameter standar baku digunakan untuk menganalisis kualitas air baku Dam Duriangkang yaitu : *pertama* warna sebagai salah satu parameter fisika, warna erat sekali hubungannya dengan kadar zat tersuspensi karena warna

pada air memang disebabkan adanya zat-zat tersuspensi yang ada dalam air tersebut. Zat tersuspensi yang ada dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, liat dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Bahan-bahan organik yang merupakan zat tersuspensi terdiri dari berbagai jenis senyawa seperti selulosa, lemak, protein yang melayang-layang dalam air atau dapat juga berupa mikroorganisme seperti bakteri, algae, dan sebagainya. Bahan-bahan organik ini selain berasal dari sumber-sumber alamiah juga berasal dari buangan kegiatan manusia seperti kegiatan industri, pertanian, pertambangan atau kegiatan rumah tangga. Warna memang disebabkan karena adanya zat tersuspensi dalam air, namun karena zat-zat tersuspensi yang ada dalam air terdiri dari berbagai macam zat yang bentuk dan berat jenisnya berbeda-beda maka Warna tidak selalu sebanding dengan kadar zat tersuspensi.

Dampak warna pada air minum terutama dapat menimbulkan estetika yang kurang baik. Orang menilai air minum pertama dari warnanya. Air yang berwarna atau tidak bening ditinjau dari estetikanya tidak layak untuk diminum. Selain dari segi estetika, air yang berwarna mengandung zat-zat tersuspensi dapat menyebabkan mikroorganisme patogen hidup dan berkembang dengan baik, bahkan adanya bahan-bahan tersuspensi tersebut dapat menyebabkan mikroorganisme lebih tahan terhadap proses desinfeksi. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kriteria kualitas air untuk air baku air minum (air

kelas I) menyebutkan bahwa persyaratan air minum warnanya dibatasi tidak boleh lebih dari 15 skala TCU.

*Kedua* Alkalinitas sebagai parameter kimia, alkalinitas menunjukkan kadar basa dalam air. Limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai alkalinitas yang pada akhirnya mempengaruhi pH perairan. Derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Nilai pH suatu perairan dapat mencerminkan keseimbangan antar asam dan basa dalam perairan tersebut. Nilai pH berkisar antara 1-14, pH 7 adalah batasan tengah antara asam dan basa (netral). Semakin tinggi pH suatu perairan maka makin besar sifat basanya, demikian juga sebaliknya, semakin rendah nilai pH maka semakin asam suatu perairan. Lebih lanjut, pH juga mempengaruhi nilai BOD5, fosfat, nitrogen dan nutrisi lainnya (Dojildo and Best, 1992;34). Dalam peraturan WHO kadar alkalinitas yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 50 mg/l air.

*Ketiga* Amonia sebagai parameter kimia, Amonia merupakan salah satu karakteristik limbah rumah tangga karena dihasilkan dari sisa metabolisme manusia yang dikeluarkan dalam bentuk *faeces* maupun *urine*. Amonia merupakan salah satu senyawa yang mengandung nitrogen. Keberadaan senyawa nitrogen dalam perairan dengan kadar yang berlebihan dapat menimbulkan permasalahan pencemaran. Kandungan nitrogen yang tinggi di suatu perairan dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari limbah domestik, pertanian, peternakan dan industri. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas

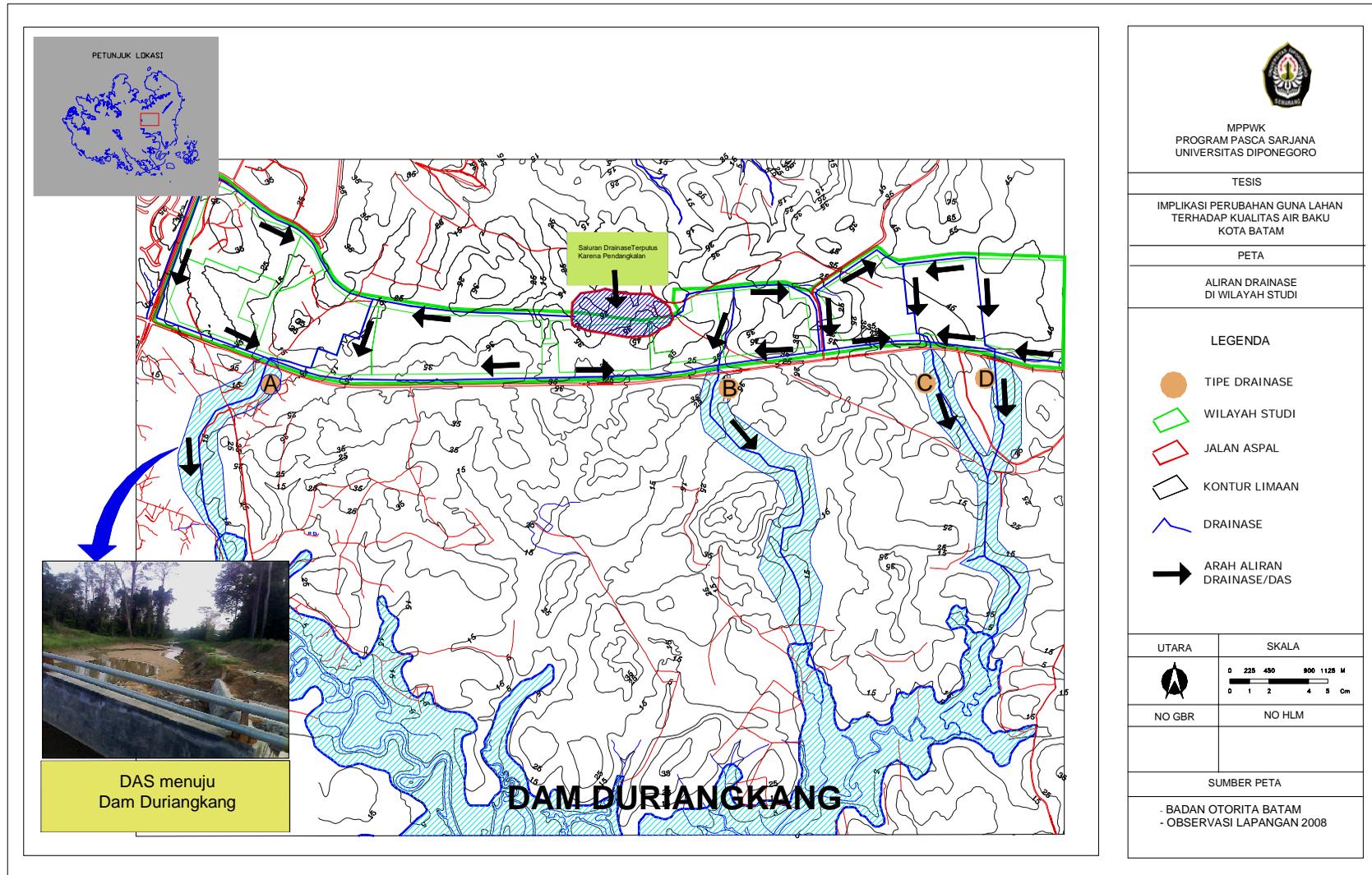
Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kriteria kualitas air untuk air baku air minum (air kelas I) menyebutkan bahwa persyaratan air minum kadar amonia dibatasi tidak boleh lebih dari 0,5 mg/l.

*Keempat* adalah E Coli, E Coli merupakan salah satu bakteri coliform. Bakteri Coliform dapat digunakan sebagai indikator adanya pencemaran faeces atau kotoran manusia dan hewan di dalam perairan. Bakteri golongan Coli ini berasal dari usus besar (*faeces*) dan tanah. Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah terkontaminasi (berhubungan) dengan kotoran manusia. Oleh sebab itu keberadaannya di dalam air tidak dikehendaki, baik ditinjau dari segi kesehatan, estetika, kebersihan maupun kemungkinan terjadinya infeksi yang berbahaya. Beberapa jenis penyakit dapat ditularkan oleh bakteri coliform melalui air, terutama penyakit perut seperti tipus, kolera dan disentri (Suriawiria, 1993). Dalam Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001, kadar E Coli tidak boleh lebih dari 100 MPN /100ml sample.

Parameter lain yang diukur dalam penelitian ini adalah Sulfat karena sulfat merupakan salah satu parameter dalam limbah domestik.

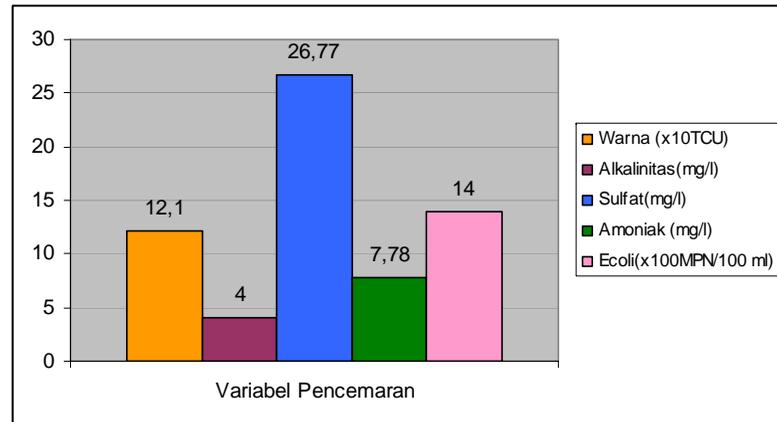
#### **4.2.2 Analisis Pencemaran Air pada Saluran Drainase**

Tingginya pencemaran yang terdapat pada saluran drainase yang melalui perumahan di wilayah studi disebabkan oleh bermacam kegiatan masyarakatnya serta kondisi lingkungan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis terhadap empat saluran drainase yang mengalir melalui perumahan-perumahan di wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.

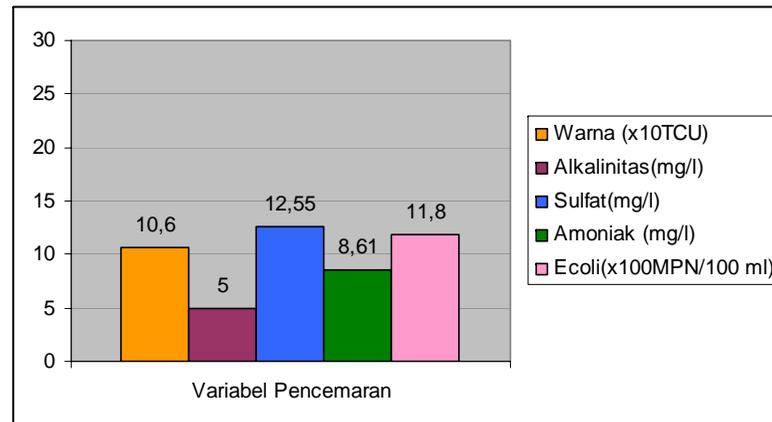


Sumber : Hasil Analisis 2008

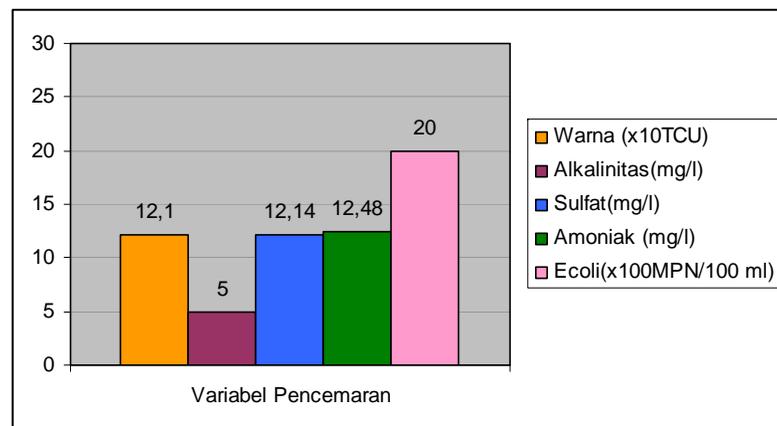
**GAMBAR 4.5**  
**DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DI WILAYAH STUDI**



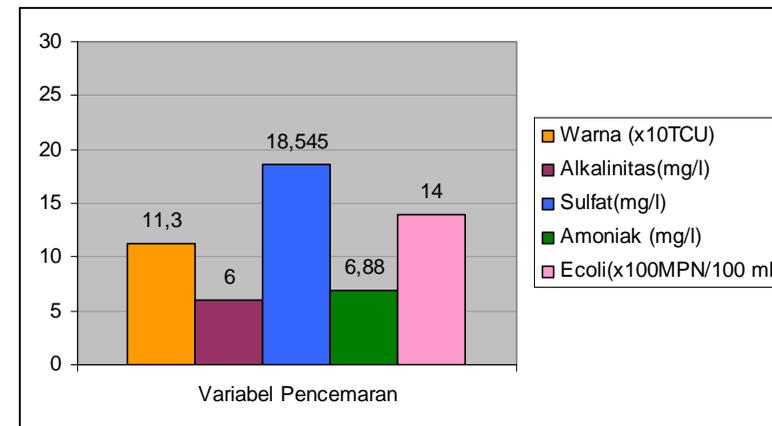
Saluran Drainase A



Saluran Drainase B



Saluran Drainase C



Saluran Drainase D

Sumber : Hasil Analisis, 2008

**GAMBAR 4.6**  
**GRAFIK TINGKAT PENCEMARAN SALURAN DRAINASE**

Sebagaimana telah diketahui bahwa saluran drainase yang melalui kawasan perumahan di wilayah studi ada empat, yaitu saluran A, B, C dan D. Saluran A adalah saluran yang melalui empat perumahan yaitu Plamo Garden, Taman Duta Mas, Legenda Bali dan Legenda Malaka. Saluran B adalah saluran yang melalui dua perumahan yaitu Taman Mediterania dan Bida Asri. Saluran C adalah saluran yang melalui Taman Kurnia Djaya dan Saluran D adalah saluran yang melalui Perumahan Cendana.

Parameter warna yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 pada saluran drainase A dan C menunjukkan hasil yang sama yaitu 121 TCU, hal ini kemungkinan disebabkan pada saluran A melalui daerah perumahan dengan jumlah penduduk paling tinggi sehingga warna yang dihasilkan adalah keabu-abuan yang kemungkinan dipengaruhi oleh proses pencucian bahan-bahan organik yang terlarut dalam air dan juga disebabkan adanya aktivitas masyarakat di perumahan tersebut. Sedangkan pada saluran C warna yang terjadi keruh kecoklatan yang kemungkinan berasal dari kandungan tanah mengingat saluran C walaupun didindingnya pasangan batu namun lantainya berupa tanah dasar sehingga warna keruh kecoklatan berasal dari tanah tersebut. Sedangkan pada saluran B dan D, di mana saluran ini tidak terkoneksi dengan saluran yang melalui perumahan lain sehingga perubahan warnanya hanya berasal dari perumahan dilayaninya saja.

Parameter sulfat atau  $\text{SO}_4$  merupakan anion yang terdapat dalam air alam, karena bertemu dengan bakteri pada zat organik menimbulkan reaksi kimia membentuk  $\text{H}_2\text{S}$  (sulfida) yang berbau busuk dan beracun, selanjutnya juga bereaksi membentuk senyawa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  merupakan asam kuat yang dapat

menyebabkan korosi pada logam. Dalam penelitian ini saluran A merupakan saluran yang menghasilkan sulfat terbesar (25,3 mg/L) hal ini kemungkinan disebabkan daerah yang dilayani oleh saluran A paling luas diantara keempat saluran yang lain, dimana sumber sulfat salah satunya berasal dari air hujan.

Sementara untuk kandungan amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan e coli yang terbesar terdapat pada saluran C, dimana amonia berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang mengandung N baik yang berasal dari hewan (misalnya faeces dan air seni) dan tumbuh-tumbuhan yang telah mati, oleh bakteri. Demikian juga dengan e coli yaitu bakteri patogen yang hidup di dalam kotoran manusia maupun hewan, sehingga bakteri ini digunakan sebagai indikator pencemaran air yang berasal dari kotoran manusia maupun hewan yang berdarah panas. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada saluran C selain berdimensi paling besar juga terkoneksi dengan saluran lain di luar Perumahan KDA. Berbeda dengan tiga saluran yang lain, walaupun hasilnya lebih rendah namun kandungan amonia dan e coli telah melebihi standar baku. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingginya kandungan amonia dan e coli di perumahan wilayah studi menunjukkan adanya kesalahan pada sistem pengolahan limbah domestik di perumahan tersebut.

Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai sanitasi lingkungan perlu mendapat perhatian karena berpeluang menimbulkan pencemaran yang dapat menurunkan kualitas air baku Dam Duriangkang.

### **4.2.3 Analisis Aliran Air pada Saluran Drainase**

Saluran drainase di wilayah perkotaan Kota Batam tidak hanya mengalirkan air hujan, tetapi juga bercampur dengan air buangan (limbah) rumah tangga, dan mungkin juga limbah pabrik. Hujan yang jatuh di wilayah perkotaan kemungkinan besar terkontaminasi ketika air itu melalui lingkungan perkotaan. Sumber kontaminasi berasal dari udara (asap, debu, uap, gas), bangunan dan/atau permukaan tanah, dan limbah domestik yang mengalir bersama air hujan. Setelah melewati lingkungan perkotaan, air hujan membawa polutan ke badan air.

Salah satu fungsi drainase perkotaan adalah mengalirkan aliran limpasan air hujan (*run off*), mulai dari drainase tersier yang berasal dari rumah-rumah tinggal/hunian yang terhubung dengan drainase sekunder dan berakhir pada drainase primer sebagai saluran pembuangan akhir yang biasanya menuju sungai/waduk. Ketiga hirarki drainase ini hendaknya terhubung satu sama lainnya menjadi suatu sistem drainase yang harus bersinergi dengan baik karena jika tidak dapat menimbulkan terjadinya banjir.

Sistem drainase di wilayah studi ada empat saluran primer yang dibedakan menjadi saluran A, B, C dan D (seperti pada Gambar 4.5). Empat saluran ini melalui perumahan di wilayah studi yang terletak rata-rata lebih tinggi daripada daerah sekitarnya, sehingga air dari perumahan-perumahan tersebut mengalir melalui keempat saluran drainase tersebut menuju Dam Duriangkang. Aliran-aliran drainase ini dibuat untuk mengalirkan air hujan agar tidak terjadi banjir di daerah permukiman dengan mengalirkannya ke dalam Dam Duriangkang, namun pada kenyataannya banyak limbah domestik yang ikut dibuang melalui saluran

ini. Saluran A adalah saluran yang melayani empat perumahan antara lain Plamo Garden, Taman Duta Mas, Legenda Bali dan Legenda Malaka. Saluran B melayani perumahan Mediterania dan Bida Asri, saluran C melayani perumahan Kurnia Djaya Alam dan saluran D melayani perumahan Cendana Batam Centre. Sistem drainase ini mengikuti jalan umum, kecuali pada saluran primer yang dibangun berdasarkan alur sungai/parit alam. Sebaliknya kavling perumahan di petakan mengikuti aliran sungai/drainase seperti di perumahan Taman Duta Mas dan Legenda Bali. Berdasarkan bentuk topografi, aliran saluran A dan C termasuk saluran terbuka artinya terkoneksi dengan saluran di luar perumahan di atas, sedangkan saluran B dan D termasuk saluran *cluster*, yang tidak terhubung dengan tempat lain dikarenakan di belakang perumahan Bida Asri salurannya terputus, disebabkan terjadi pendangkalan selain itu juga karena kondisi topografinya termasuk tinggi sehingga saluran menjadi kering dan ditumbuhi rumput. Sedangkan pada saluran D alirannya hanya melayani perumahan Cendana dikarenakan letaknya yang relatif tinggi daripada perumahan di sekitarnya, sementara aliran drainasenya mengalir menuju ke arah selatan (Dam Duriangkang).

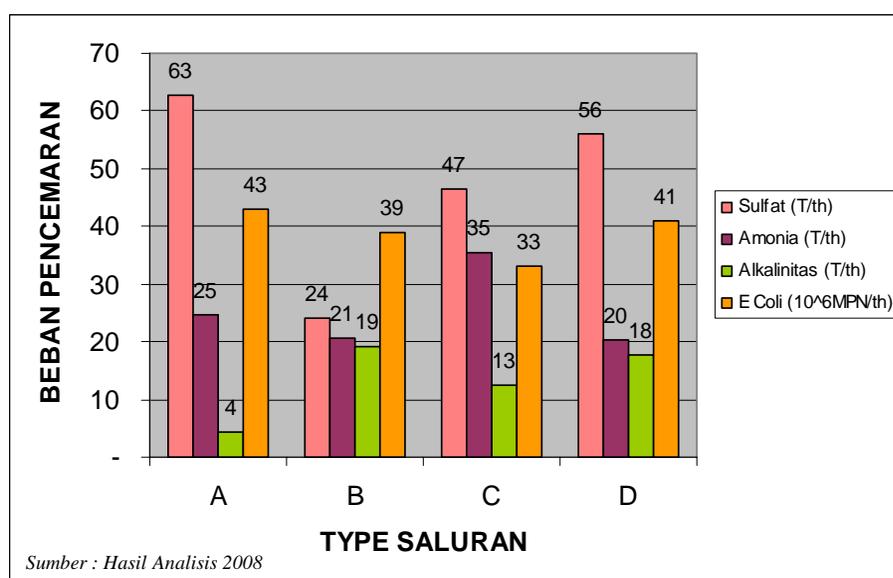
Dengan adanya sumbangan air limbah domestik yang ikut masuk ke dalam saluran drainase ini, membuat saluran ini kurang efektif lagi untuk mengisi Dam Duriangkang karena limbah domestik yang terbawa aliran akan menurunkan kualitas perairan Dam Duriangkang.

#### **4.2.4 Analisis Tingkat Pencemaran Limbah Domestik**

Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga dan kotoran manusia. Dalam air limbah terdapat bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya. Bahan kimia tersebut dapat memberi kehidupan bagi kuman-kuman penyebab penyakit disentri, tipus, kolera dan penyakit lainnya. Setiap rumah tangga menghasilkan limbah domestik yang kemudian dibuang masuk ke dalam saluran air tanpa melalui pengolahan. Air ini akan tersalurkan menuju sungai, danau, maupun laut. Oleh karena itu air limbah harus dikelola untuk mengurangi pencemaran. Limbah domestik terbagi dalam dua kategori yaitu pertama, limbah cair domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, deterjen, minyak dan pestisida. Kedua adalah limbah cair yang berasal dari kakus seperti sabun, shampo, tinja dan air seni. Pada musim kemarau saat debit air turun maka masukan bahan organik ke dalam badan air akan mengakibatkan penurunan kualitas air.

Pelestarian kualitas air dilakukan pada sumber air yang terdapat di hutan lindung. Pengelolaan kualitas air pada sumber air di luar hutan lindung dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu upaya memelihara air sehingga kualitas air memenuhi baku mutu air.

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat terlihat gambar grafik batang yang menggambarkan beban pencemaran yang dihasilkan oleh aktivitas penduduk di perumahan-perumahan di wilayah studi.



**GAMBAR 4.7**  
**GRAFIK BEBAN PENCEMARAN LIMBAH DOMESTIK MELALUI**  
**SALURAN PERUMAHAN**

Pada grafik tersebut terlihat bahwa saluran A menghasilkan beban pencemaran parameter sulfat yang paling besar (63 ton/tahun), dimana sulfat berasal dari air hujan yang mengendap di dalam tanah, mengingat saluran A melayani empat perumahan yang cukup luas sehingga mempunyai daerah tangkapan air hujan yang lebih besar dibandingkan dengan perumahan-perumahan yang lain. Selain sulfat, pada saluran A juga menghasilkan bakteri e coli yang paling besar ( $43 \times 10^6$  MPN/tahun) yang disebabkan karena banyaknya jumlah penduduk yang tinggal di perumahan-perumahan yang dilalui oleh saluran A seperti Plamo Garden, Taman Duta Mas, Legenda Bali dan Legenda Malaka, yang berjumlah 11.293 jiwa, data tahun 2007. Sedangkan pada saluran B menghasilkan beban pencemar alkalinitas tertinggi (19 ton/tahun), dimana alkalinitas berkaitan dengan kesadahan air, yang merupakan salah satu sifat air. Alkalinitas berasal dari

buangan sampah-sampah rumah tangga juga sisa-sisa industri dari logam-logam berat, pabrik-pabrik yang mengandung unsur logam berbahaya dan beracun. Sedangkan saluran C menghasilkan beban pencemar amonia paling besar (35 ton/tahun), yang kemungkinan disebabkan oleh urine serta sampah organik, seperti sisa-sisa makanan, sayuran dan sebagainya. Hal ini kemungkinan disebabkan karena di perumahan Kurnia Djaya Alam (KDA) terdapat banyak tempat kegiatan seperti lapangan tenis, kolam renang, gedung pertemuan, rumah makan juga tempat usaha lainnya, yang memungkinkan orang berkumpul serta membuang limbahnya. Sedang pada saluran D parameter yang paling menonjol adalah sulfat dan e coli, yang disebabkan di perumahan Cendana walaupun jumlah penduduknya lebih sedikit daripada di KDA namun di perumahan ini banyak masyarakatnya yang memelihara binatang seperti, ayam maupun anjing disamping itu di perumahan ini juga terdapat kantor Lurah Belian dan rumah makan-rumah makan. Kemungkinan e coli selain dari kotoran manusia juga berasal dari binatang peliharaan sedangkan sulfat disebabkan karena air selokan yang tergenang menimbulkan  $H_2S$  (sulfur) yang berbau busuk. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya sampah yang dibuang masyarakat ke dalam selokan sehingga terjadi penyumbatan, sedangkan sampah sendiri banyak mengandung bakteri S kemotrofik selanjutnya menimbulkan reaksi kimia membentuk sulfat.

#### **4.3 Analisis Dampak Pencemaran Limbah Domestik Terhadap Air Baku Dam Duriangkang**

Pencemaran yang terjadi di perairan waduk/dam atau danau, merupakan masalah penting yang perlu memperoleh perhatian dari berbagai pihak. Hal ini

disebabkan beragamnya sumber bahan pencemar yang masuk dan terakumulasi di dam. Sumber-sumber bahan pencemar tersebut antara lain berasal dari kegiatan produktif dan non-produktif di *upland* (lahan atas), dari permukiman dan dari kegiatan yang berlangsung di badan perairan dam itu sendiri, dan sebagainya. Jenis bahan pencemar utama yang masuk ke perairan dam terdiri dari beberapa macam, antara lain limbah organik dan anorganik, residu pestisida, sedimen dan bahan-bahan lainnya.

Pada saat ini fungsi dan manfaat dam dirasakan sudah semakin berkurang. Fenomena ini disebabkan oleh terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan perairan dam serta koordinasi antar sektoral dalam pengelolaannya yang sangat lemah atau hampir tidak ada sama sekali (Sumarwoto *et al.*, 2004).

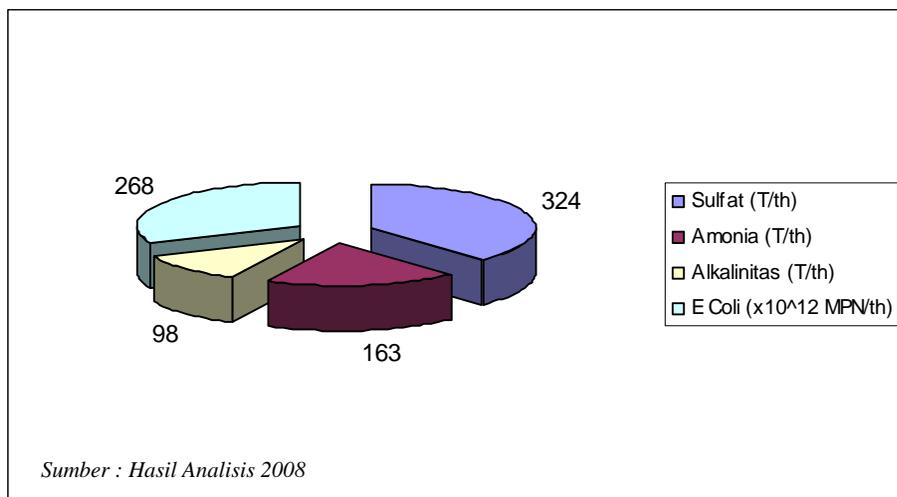
Pencemaran yang terjadi di perairan Dam Duriangkang diduga berasal dari aliran (masukan) beban limbah dari kegiatan masyarakat yang berlangsung di perumahan-perumahan yang dilalui oleh empat aliran drainase berupa limbah domestik. Pencemaran terhadap dam ini juga dipengaruhi oleh kondisi media penyalur aliran drainase dalam hal ini adalah hutan lindung Duriangkang yang berada di sekeliling Dam Duriangkang. Menurut fungsinya hutan lindung Duriangkang adalah untuk melindungi kerusakan pada daerah tangkapan air yang dapat menyebabkan terganggunya penyediaan air bersih yang merupakan kebutuhan utama bagi penduduk Kota Batam.

Keberadaan hutan, dalam hal ini daya dukung hutan terhadap segala aspek kehidupan manusia, satwa dan tumbuhan sangat ditentukan pada tinggi rendahnya kesadaran manusia akan arti penting hutan di dalam pemanfaatan dan pengelolaan

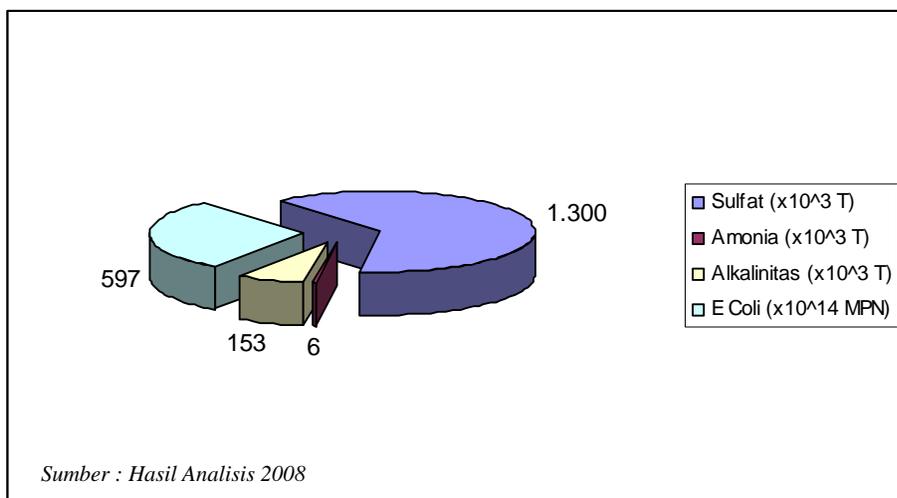
hutan. Hutan menjadi media hubungan timbal balik antara manusia dan makhluk hidup lainnya dengan faktor-faktor alam yang terdiri dari proses ekologi dan merupakan suatu kesatuan siklus yang dapat mendukung kehidupan (Reksohadiprojo, 2000).

Bahan organik dalam air sungai atau aliran drainase kota dapat dikelompokkan menjadi bahan organik alami (asam humat dan asam fulvat) dan bahan organik non-alami. Bahan organik alami berasal dari humus yang banyak terdapat di permukaan tanah hutan, sementara bahan organik non-alami berasal dari limbah domestik, pertanian, dan industri. Hutan yang terjaga baik, kandungan humusnya tidak banyak terbawa ke air sungai karena hujan yang jatuh di atas tanah hutan sebagian besar meresap ke dalam tanah dan kandungan humus akan teradsorpsi oleh komponen tanah, sehingga tidak sampai masuk ke air tanah dan sumber air. Sebaliknya, hutan yang telah rusak, erosi permukaan tanah hutan cukup besar. Humus akan terbawa oleh limpasan permukaan dan masuk ke sumber air. Jadi, kandungan bahan organik alami yang tinggi dalam sumber air mengindikasikan kondisi hulu DAS yang hutannya telah rusak (Masduqi, 2007:3)

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis lakukan ternyata dari seluruh beban pencemar yang berasal dari limbah domestik perumahan menunjukkan hasil seperti terlihat pada Gambar 4.8 yang lebih kecil daripada volume air tercemar yang ada di dalam Dam Duriangkang (Gambar 4.9). Hal ini disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :



**GAMBAR 4.8**  
**GRAFIK BEBAN PENCEMARAN LIMBAH DOMESTIK**  
**DI PERUMAHAN WILAYAH STUDI**



**GAMBAR 4.9**  
**GRAFIK VOLUME PENCEMARAN DI DAM DURIANGKANG**

1. Pengambilan sampel dilakukan saat cuaca cerah pada musim kemarau sehingga debit yang dihasilkan relatif kecil, sehingga kandungan pencemaran yang terangkut juga relatif sedikit.

2. Waktu pengambilan sampel tidak memperhatikan beban puncak pemakaian air, sehingga selain debit yang terjadi relatif kecil juga kandungan pencemar yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, memasak relatif sedikit.
3. Tingginya volume pencemaran di perairan Dam Duriangkang disebabkan karena proses akumulasi pencemar yang masuk ke dalam dam sudah terjadi selama bertahun-tahun.
4. Pembuatan saluran air di dalam hutan lindung Duriangkang memberi andil terhadap tingginya volume pencemar air baku di Dam Duriangkang, dikarenakan limbah yang masuk melalui saluran tersebut langsung dialirkan ke dam dan hanya sedikit yang bisa terserap oleh tanah.
5. Volume pencemaran di dalam Dam Duriangkang selain berasal dari limbah rumah tangga juga disebabkan oleh adanya tambahan pencemaran yang berasal dari hutan lindung itu sendiri, misalnya zat-zat organik yang terkandung di dalam tanah dan terbawa aliran air hujan maupun aliran drainase.

#### **4.4 Analisis Hubungan Guna Lahan terhadap Pencemaran Perairan Dam Duriangkang**

Kualitas air baku di dam sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan aliran-aliran yang masuk ke dalam dam. Posisi intake IPA Duriangkang sangat baik, dalam arti, lokasinya di ujung (dekat badan dam), dimana jaraknya dengan sumber polutan sangat jauh. Selain itu, saat ini ATB baru dapat memproduksi air bersih dengan kapasitas 1,225 liter/detik (IPA Duriangkang dan Piayu). Bila saatnya, sesuai dengan masterplan, ATB dapat memproduksi 3,000 liter/detik, fluktuasi

level muka air akan lebih besar dan kecepatan polutan menghampiri lokasi intake akan lebih besar juga.

Hubungan perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi pencemaran air di perairan Dam Duriangkang didapatkan dengan meregresikan hasil digitasi peta perubahan penggunaan lahan dari tahun 2000-2008 dengan data sekunder dari ATB pada hasil pemeriksaan air Dam Duriangkang dengan parameter Warna, Alkalinitas, Sulfat (SO<sub>4</sub>), Amonia (NH<sub>3</sub>), dan E. Coli. E Coli berasal dari kotoran manusia dan hewan, untuk mengetahuinya dilakukan mikrobiologi test.

Untuk menganalisis hubungan guna lahan terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang maka dilakukan analisis regresi berganda. Regresi berganda dilakukan untuk masing-masing parameter pencemaran. Adapun data yang diregresikan adalah sebagai berikut:

**TABEL IV. 1**  
**DATA REGRESI**

Tahun	Warna (TCU)	Alkalinitas (mg/l)	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	E. Coli (hasil/100ml)	Penggunaan lahan (ha)	Jumlah penduduk (Jiwa)
2002	62.00	11.80	1.00	0.01	55.00	52.90	12,345
2003	66.00	11.30	0.00	0.04	119.00	56.60	14,693
2004	70.00	11.00	2.00	0.05	126.00	60.20	17,707
2005	87.00	12.80	8.00	0.09	50.00	69.00	21,174
2006	91.00	13.90	7.00	0.04	142.00	77.70	22,887
2007	76.00	13.00	2.00	0.11	91.00	88.80	24,230

*Sumber: Hasil Analisis, 2008*

Hasil regresi jumlah penduduk (X<sub>1</sub>) dan luas lahan (X<sub>2</sub>) terhadap berbagai variable Y parameter pencemaran menggunakan SPSS 12 selengkapny dapat dilihat pada tabel berikut:

**TABEL IV.2**  
**HASIL REGRESI**

R <sup>2</sup>	Sig	Y	X1	X2	C	PERSAMAAN
0,905	0,029	Y1= Warna	0,306	0,001	26,801	Y1=26,801+0,306X1+0,001X2
0,866	0,049	Y2= Alkalinitas	-0,030	0,00	9,319	Y2=9,319-0,030X1
0,681	0,180	Y3= Sulfat	-0,411	0,002	1,436	Y3=1,436-0,411X1+0,002X2
0,878	0,043	Y4= Amoniak	0,003	-0,00000056	-0,114	Y4=-0,114+0,003X1-0,00000056X2
0,883	0,040	Y5= E Coli	-2,269	0,013	16,856	Y5=16,856-2,269X1+0,013X2

Sumber : Hasil Analisis, 2008

Keterangan :

Y1 = Pencemaran Warna                      X1 = Luas Lahan Permukiman  
Y2 = Pencemaran Alkalinitas                X2 = Jumlah Penduduk  
Y3 = Pencemaran Sulfat  
Y4 = Pencemaran Amonia  
Y5 = Pencemaran E Coli

Tabel di atas menunjukkan bahwa pencemaran warna, alkalinitas, ammonia dan E – Coli yang dipengaruhi oleh variabel penggunaan lahan permukiman dan jumlah penduduk yang menunjukkan hasil signifikan. Uji F untuk keempat variabel tersebut menunjukkan nilai Sig. < 0,05 yang berarti berpengaruh signifikan, sedangkan pencemaran sulfat tidak dipengaruhi secara signifikan oleh penggunaan lahan dan jumlah penduduk (Sig>0,05). Hal ini disebabkan sulfat (SO<sub>4</sub>) merupakan parameter yang selain berasal dari alam (air hujan) juga banyak dihasilkan dari industri. Parameter yang mempunyai nilai determinasi (R<sup>2</sup>) paling besar adalah warna yaitu 90,5%, hal ini berarti bahwa pencemaran warna sebesar 90,5% di pengaruhi oleh seluruh variabel bebas X1 dan X2. dan hanya 9,5% ditentukan oleh faktor-faktor lain di luar penelitian. Kontribusi X1 < X2 terhadap perubahan Y1 disebabkan pengaruh limbah buangan rumah tangga berupa deterjen yang terbawa aliran menyebabkan perubahan

warna.. Pada X2 terjadi karena saluran drainase sebagian masih berupa drainase tanah (belum disemen) sehingga banyak lumpur yang ikut terbawa aliran. Demikian juga pada alkalinitas dan e coli, pengaruh  $X1 < X2$  yang disebabkan karena banyak limbah yang dihasilkan penduduk berupa kotoran (*faeces*) maupun limbah dapur dan cuci, serta luas lahan permukiman dapat mengurangi terjadinya pencemaran alkalinitas dan ecoli. Namun pada amoniak terjadi sebaliknya  $X1 > X2$ , karena amoniak ada pada zat-zat yang terkandung di dalam tanah yang berpengaruh terhadap perubahan amoniak, sedangkan banyaknya kegiatan penduduk di wilayah studi yang mengeluarkan air sehingga terjadi pengenceran pada akhirnya mengurangi pencemaran.

Sementara itu peneliti juga mencoba menambahkan variabel terikat yaitu jumlah rumah mengingat rumah merupakan salah satu sumber penghasil limbah domestik, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

**TABEL IV.3**  
**HASIL REGRESI DENGAN PENAMBAHAN VARIABEL RUMAH**

Variabel Y	Persamaan	R <sup>2</sup>	F	Sig
Warna (TCU)	$Y1=27,496+0,089X_1+0,025X_2-0,003X_3$	0,954	20,754	0,016
Alkalinitas (mg/l)	$Y2=7,985-0,148X_1+0,009X_2$	0,893	8,381	0,057
Sulfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	$Y3=-0,356+0,018X_1-0,001X_2$	0,969	31,707	0,009
Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	$Y4=-6,657+0,093X_1+0,001X_2-0,0001X_3$	0,874	6,95	0,073
E Coli (MPN/100ml)	$Y5=32,444-3,319X_1+0,152X_2-0,008X_3$	0,896	8,661	0,055

*Sumber Hasil Analisis 2008*

Keterangan :

Y1 = Pencemaran Warna

Y2 = Pencemaran Alkalinitas

Y3 = Pencemaran Sulfat

Y4 = Pencemaran Amonia

Y5 = Pencemaran E Coli

X1 = Luas Lahan Permukiman

X2 = Jumlah Penduduk

Hasil analisis yang terdapat pada Tabel IV.3 menunjukkan bahwa untuk parameter alkalinitas, amonia dan e coli mempunyai nilai signifikan  $> 0,05$  yang berarti bahwa tingginya pencemaran terhadap tiga parameter ini tidak dipengaruhi oleh luas lahan permukiman, jumlah penduduk dan jumlah rumah. Namun pada kenyataannya hal itu berpengaruh, karena keterbatasan lahan akan berpengaruh pada masalah kebersihan lingkungan serta penyediaan lahan untuk membuat resapan, begitu juga dengan jumlah penduduk yang merupakan sumber penghasil limbah dari aktivitasnya. Sementara rumah dan jumlah penduduk merupakan satu jenis variabel. Hal ini terjadi karena jumlah rumah dihitung sama dengan jumlah kepala keluarga (KK) dimana satu KK diasumsikan 4 orang, sehingga sebenarnya satuan rumah dan penduduk dapat dianggap sama. Hal inilah yang menjelaskan terjadi bias pada tabel di atas. Oleh karena itu, persamaan di atas tidak dapat digunakan untuk menghitung proyeksi pencemaran yang kemungkinan akan terjadi.

Obsevasi di lapangan yang dilakukan terhadap saluran drainase A, B, C, dan D merupakan saluran drainase yang digunakan oleh beberapa perumahan. Nama-nama perumahan yang menggunakan saluran drainase adalah sebagai berikut:

**TABEL IV.4**  
**JUMLAH PENDUDUK, LUAS LAHAN DAN PENCEMARAN**

GOL. DRAINASE	NAMA PERUMAHAN	JUMLAH PDDK (jiwa)	LUAS (Ha)	Warna (TCU)	Alkalinitas (mg/l)	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	E. Coli (hsl/100ml)
A	Plamo Garden Taman Duta Mas Legenda Bali Legenda Malaka	11.293	61.44	121	5	26,766	7,78	1400

*Berlanjut*

*Lanjutan dari Tabel IV.4*

GOL. DRAINASE	NAMA PERUMAHAN	JUMLAH PDDK (jiwa)	LUAS (Ha)	Warna (TCU)	Alkalinitas (mg/l)	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) (mg/l)	Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	E. Coli (hsl/100ml)
B	Taman Mediterania Bida Asri	5.217	36.76	106	5	12,55	8,61	1180
C	Kurnia Djaya Alam	3.500	22.94	121	5	12,14	12,48	2000
D	Cendana	4.220	14.62	113	6	18.545	6.88	1400

*Sumber : Hasil Analisis, 2008*

Pencemaran air buangan yang terjadi pada drainase A yang menonjol adalah warna (121 TCU), sulfat (26,766 mg/l) dan E Coli (1400 mg/l). Hal ini disebabkan karena daerah yang dilayani drainase A sangat luas dengan jumlah penduduk juga paling besar, sehingga jumlah penggunaan air penduduknya cukup besar selain untuk keperluan rumah tangga juga digunakan untuk keperluan rumah makan serta pasar. Meskipun jumlah penduduknya paling besar namun kandungan e coli yang berada pada saluran drainase A (1400 MPN/100ml) masih di bawah drainase C, yang melayani perumahan Kurnia Djaya Alam (2000 MPN/100ml) yang mempunyai jumlah penduduk 3500 jiwa. Hal ini disebabkan tingginya penggunaan air di perumahan-perumahan yang dilayani oleh drainase A, seperti untuk keperluan rumah makan juga di perumahan Taman Duta Mas terdapat kolam renang yang banyak membuang air bersih, sehingga dengan banyaknya air bersih yang dibuang dan bercampur dengan air yang mengandung limbah akan dapat menurunkan konsentrasi zat pencemar. Sedangkan tingginya kandungan zat sulfat disebabkan adanya tambahan pencemaran dari industri yang berada di belakang perumahan Plamo Garden, disamping itu karena sulfat sebagian berasal dari air hujan dimana luas lahan wilayah perumahan-perumahan ini yang paling

luas sehingga mempunyai peluang lebih banyak menangkap kandungan sulfat yang terbawa oleh air hujan.

Sementara pencemaran yang dominan di saluran drainase C adalah amonia (12,48 mg/l) dan e coli (2000 MPN/100ml) yang disebabkan oleh limbah yang dihasilkan manusia. Meskipun jumlah penduduk yang dilayani drainase C paling sedikit dibandingkan dengan drainase yang lain namun karena saluran ini terkoneksi dengan saluran drainase di belakang perumahan KDA dimana terdapat kampus Abulyatama dan perkantoran yang berada lebih tinggi letaknya dengan perumahan KDA. Sehingga air limbah domestik terutama *dark water* ikut menyumbangkan pencemaran di saluran drainase ini.

Zat pencemar yang paling dominan di seluruh saluran drainase yang diteliti adalah e coli yang berasal dari limbah manusia, hal ini terjadi karena saluran drainase yang ada masih bercampur dengan limbah buangan dari rumah tangga baik limbah dari dapur, kamar mandi maupun kakus. Parameter utama dalam pencemaran air Dam Duriangkang oleh limbah domestik adalah adanya cemaran Amonia dan E Coli.

Peningkatan kandungan amoniak dan e coli yang terjadi diperairan Dam Duriangkang seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di wilayah studi. Kandungan amonia di perairan Dam Duriangkang terutama di *inlet* dam terjadi peningkatan namun belum melampaui baku mutu air kelas 1, yang mensyaratkan kandungan nitrat untuk air baku air minum maksimal 0,5 mg/l berdasarkan PP No 82 tahun 2001 sedangkan kandungan *e coli* pada Dam Duriangkang mengalami tren peningkatan secara signifikan, dan mulai tahun 2002 hingga tahun 2006

sudah di atas batas yang diperbolehkan, yaitu 100 MPN/100ml (PP No 82 Tahun 2001). Sedangkan untuk pencemaran warna yang terjadi tren peningkatan dari tahun 2002 hingga tahun 2006.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perairan Dam Duriangkang berdasarkan warna, amonia dan bakteri e coli sudah tercemar dari limbah hasil kegiatan penduduk disekitarnya namun masih layak sebagai sumber air baku air minum bila pengolahannya menjadi air bersih sesuai dengan standar yang ada misalnya Permenkes No. 416 Tahun 1990.

#### **4. 5. Analisis Proyeksi Pencemaran Air Baku Dam Duriangkang**

Pencemaran yang terjadi di perairan Dam Duriangkang saat ini sebenarnya adalah hasil akumulasi selama bertahun-tahun sejak dam tersebut digunakan sehingga menimbulkan endapan limbah baik domestik maupun non domestik yang berasal dari aktivitas penduduk di sekitar dam. Endapan limbah tersebut terus bertambah seiring dengan bertambahnya waktu dan perkembangan penduduk di Kota Batam khususnya di wilayah studi.

Berdasarkan data jumlah penduduk dan data luas lahan dari tahun 2000 hingga tahun 2006 di wilayah studi dilakukan proyeksi pencemaran yang akan terjadi terhadap perairan Dam Duriangkang dalam waktu 5 tahun dimulai dari tahun 2008 hingga tahun 2012, yang selanjutnya akan didapatkan gambaran kondisi Dam Duriangkang pada masa yang akan datang. Sehingga dengan melihat hasil proyeksi tersebut dapat dilakukan perbaikan-perbaikan berkaitan dengan masalah kelestarian terhadap kualitas dan kuantitas air baku Dam Duriangkang.

Berikut ini ditunjukkan tabel hasil proyeksi pencemaran di Dam Duriangkang hingga tahun 2012.

**TABEL IV.5  
PROYEKSI PENCEMARAN AIR BAKU DAM DURIANGKANG  
TAHUN 2008 - 2012**

Tahun	Penggunaan lahan (ha)	Jumlah penduduk (Jiwa)	Warna (TCU)	Alkalinitas (mg/l)	Amonia (mg/l)	E. Coli (hasil/100ml)
2008	92,69	27.587	331,03	6,54	0,15	165,16
2009	99,88	30.086	358,22	6,32	0,17	181,34
2010	107,07	32.585	385,42	6,11	0,19	197,52
2011	114,26	35.085	412,61	5,89	0,21	213,70
2012	121,45	37.584	439,80	5,68	0,23	229,88

Sumber : Hasil Analisis, 2008

Berdasarkan Tabel IV.5 dapat dilihat bahwa pada tahun 2012 tingkat pencemaran Dam Duriangkang sudah semakin parah, hal ini dapat dilihat pada parameter warna dan E coli yang sudah melebihi baku mutunya sedangkan alkalinitas dan amoniak masih berada di bawah baku mutu. Asumsi proyeksi ini hanya melihat pencemaran Dam Duriangkang berdasarkan pada pertumbuhan penduduk dan penggunaan lahan permukaan mengikuti kondisi yang terjadi dari tahun 2002 hingga 2007. Namun jika melihat kondisi Kota Batam pada masa yang akan datang akan terjadi gejala pertumbuhan penduduk dengan diberlakukannya Kota Batam sebagai *Free trade Zone* (FTZ). Kebijakan ini sudah lama ditunggu-tunggu oleh masyarakat Batam, maupun investor karena dengan adanya kebijakan ini akan membuat barang-barang di Kota Batam menjadi murah karena tidak terkena pajak. Jika kondisi ini benar-benar terwujud dan terjadi lonjakan penduduk di Kota Batam maka ada kemungkinan pencemaran yang terjadi terhadap perairan Dam Duriangkang akan semakin besar. Untuk itu

perlunya para pengambil kebijakan mulai memikirkan cara untuk memperbaiki kondisi pencemaran Dam Duriangkang maupun dam-dam lain yang ada di Kota Batam ini agar tidak bertambah rusak mengingat Kota Batam sebagai kota industri yang mempunyai wilayah sangat terbatas dan mengandalkan air hujan sebagai air baku .

#### **4. 6 Analisis Proyeksi Pencemaran Terhadap Seluruh Dam di Kota Batam**

Pencemaran terhadap air baku yang ditampung di dam-dam yang ada di Kota dialami oleh hampir semua dam yang ada di Kota Batam. Semua dam di Kota Batam telah mengalami pencemaran warna, yang berada di atas baku mutu berdasarkan PP No 20 Tahun 1990. seperti terlihat pada Tabel IV.7 berikut. Pencemaran warna sebagian besar diakibatkan oleh lumpur yang terbawa air masuk ke dalam dam. Karena masih banyak tanah kosong yang dibiarkan oleh pengembang setelah sebelumnya dilakukan pembukaan lahan.

Seperti halnya Dam Duriangkang yang berada dekat dengan permukiman penduduk, dam-dam yang lain seperti Dam Sei Harapan dan Dam Baloi juga berada di tengah-tengah permukiman maupun kawasan perdagangan. Kedua dam ini kondisinya paling buruk di antara dam-dan yang lain. Zat pencemar yang paling berpengaruh terhadap kedua dam ini adalah ecoli, terutama pada Dam Baloi yang merupakan dam tertua yang dibangun pada tahun 1977 dengan volume tampung 270.000 m<sup>3</sup> adalah dam terkecil di Kota Batam. Dam ini berada di tengah kota dimana sebagian hutan lindungnya telah berubah menjadi komplek ruko selain itu juga terdapat rumah liar (ruli) di dalam hutan lindung sehingga

mengakibatkan terjadinya pencemaran terutama ecoli hingga mencapai 98.050 MPN/100 ml yang melebihi baku mutunya (100 MPN/100ml).

**TABEL IV.6**  
**KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM TAHUN 2006**

Nama Dam	Kualitas Air Baku				
	Warna (TCU)	Alkalinitas (mg/l)	Amonia (mg/l)	Sulfat (mg/l)	E Coli (MPN/100ml)
Baku Mutu	15	50	0,5	400	100
Mukakuning	51,4	4,1	0,12	0	70
Sei Ladi	21,1	0,9	0	0	19
Sei Harapan	180	4,9	0,22	0	923
Sei Nongsa	33	0,5	0,04	0	78
Sei Baloi	625	28	1	2	98.050
Duriangkang	93	12,5	0,09	5	217

Sumber : PT. Adhya Tirta Batam, 2006

Dam Sei Harapan merupakan salah satu dam yang berada di tengah permukiman penduduk. Dam ini berada di Kecamatan Sekupang dan terletak dekat dengan pinggir jalan raya, selain itu di seberang jalan terdapat perumahan yang dibangun di atas bukit oleh pengembang. Dam ini dikelilingi perbukitan sehingga terlihat seperti lembah, namun ironisnya banyak perumahan dibangun di atas bukit tersebut sehingga limbah domestiknya banyak mengalir ke bawah masuk ke dalam dam.

Apabila dibandingkan terhadap daya tampung air baku dari seluruh dam yang ada, maka sekitar 80% air telah tercemar amonia dan e coli yang berasal dari limbah manusia. Hal ini menunjukkan bahwa masalah sanitasi di Kota Batam secara keseluruhan telah menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan terutama air baku, sementara Kota Batam adalah sebuah pulau kecil yang kebutuhan air bersihnya hanya mengandalkan tetesan air hujan semata yang ditampung ke dalam

dam-dam yang ada. Sehingga dengan kondisi kualitas air baku yang sudah tercemar tersebut sebenarnya cukup rawan, mengingat pertumbuhan penduduk Kota Batam yang cukup tinggi dan pentingnya peran Batam sebagai kota industri di Indonesia.

#### **4.7 Analisis Sistem Sanitasi Perumahan**

Paramater pencemaran air baku yang paling banyak di temui di Dam Duriangkang maupun dam-dam lain di Kota Batam adalah amonia dan bakteri ecoli. Kedua parameter pencemar ini berasal dari limbah yang dihasilkan oleh manusia melalui kotoran dan *urine* atau air seni. Timbulnya kedua parameter pencemar ini berasal dari septiktank individual milik penduduk di mana sistem septiktank di Kota Batam tanpa dilengkapi dengan bidang resapan, setelah limbah tinja yang juga disebut *black water* masuk ke dalam septik tank kemudian air limpahan keluar melalui pipa yang telah tersedia masuk ke dalam parit atau saluran drainase. Tidak disediakannya bidang resapan mengakibatkan limbah yang seharusnya tereduksi karena meresap ke dalam tanah, keluar dengan kandungan pencemar yang masih tinggi. Tingginya harga tanah di Kota Batam membuat pengembang menyediakan kavling untuk rumah sangat terbatas. Hal inilah yang menjadi salah satu penyebab septik tank di Kota Batam tidak dilengkapi dengan resapan sehingga mencemari saluran drainase dan selanjutnya mengalir ke dalam dam dan menyebabkan pencemaran, di samping itu sebab lainnya karena jenis tanah di Kota Batam yang sulit menyerap air sehingga dipandang akan percuma jika dibuat bidang resapan. Kondisi perumahan dan

septik tank di Kota Batam dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12 (halaman 120-121).

Keterbatasan lahan dan sifat tanah yang sulit meresapkan air di Kota Batam menjadi penyebab terjadinya pencemaran limbah domestik, kenyataan seperti ini telah menjadi permasalahan di kota-kota besar yang padat penduduk di Indonesia. Oleh karenanya untuk mencegah terjadinya pencemaran perlu adanya pengolahan terhadap limbah domestik yang akan dibuang ke badan air.

Pengolahan terhadap air limbah di Kota Batam sebaiknya dilakukan dengan sistem komunal mengingat keterbatasan lahan juga untuk menghemat biaya, yaitu dengan mengumpulkan air limbah dari beberapa rumah atau perumahan ke dalam suatu unit pengolahan limbah, kemudian dari beberapa unit pengolahan limbah komunal tersebut dapat di salurkan ke dalam unit pengolahan limbah secara terpusat (*centralize*).

Metode yang digunakan adalah dengan membuat resapan komunal terhadap aliran air limbah yang berasal dari septik tank individu, menurut (*United States Agency International Development*) USAID yang pernah menerapkan metode ini di Aceh mengatakan bahwa setiap sistem pengolahan terpusat harus menggunakan saluran limbah aliran gravitasi agar metode ini bisa *sustainable* dan lebih ekonomis.

Metode *Constructed Wetlands (CW) subsurface flow systems (SFS)* atau lahan basah buatan adalah salah satu sistem pengolahan paling murah dari segi biaya operasi dan pemeliharaannya serta sangat *sustainable*, cocok untuk berbagai kondisi, serta berbagai konfigurasi dari unit tunggal kecil yang hanya beberapa

meter persegi, sampai sistem dengan luas beratus hektar yang terintegrasi dengan waduk seperti di Kota Batam.

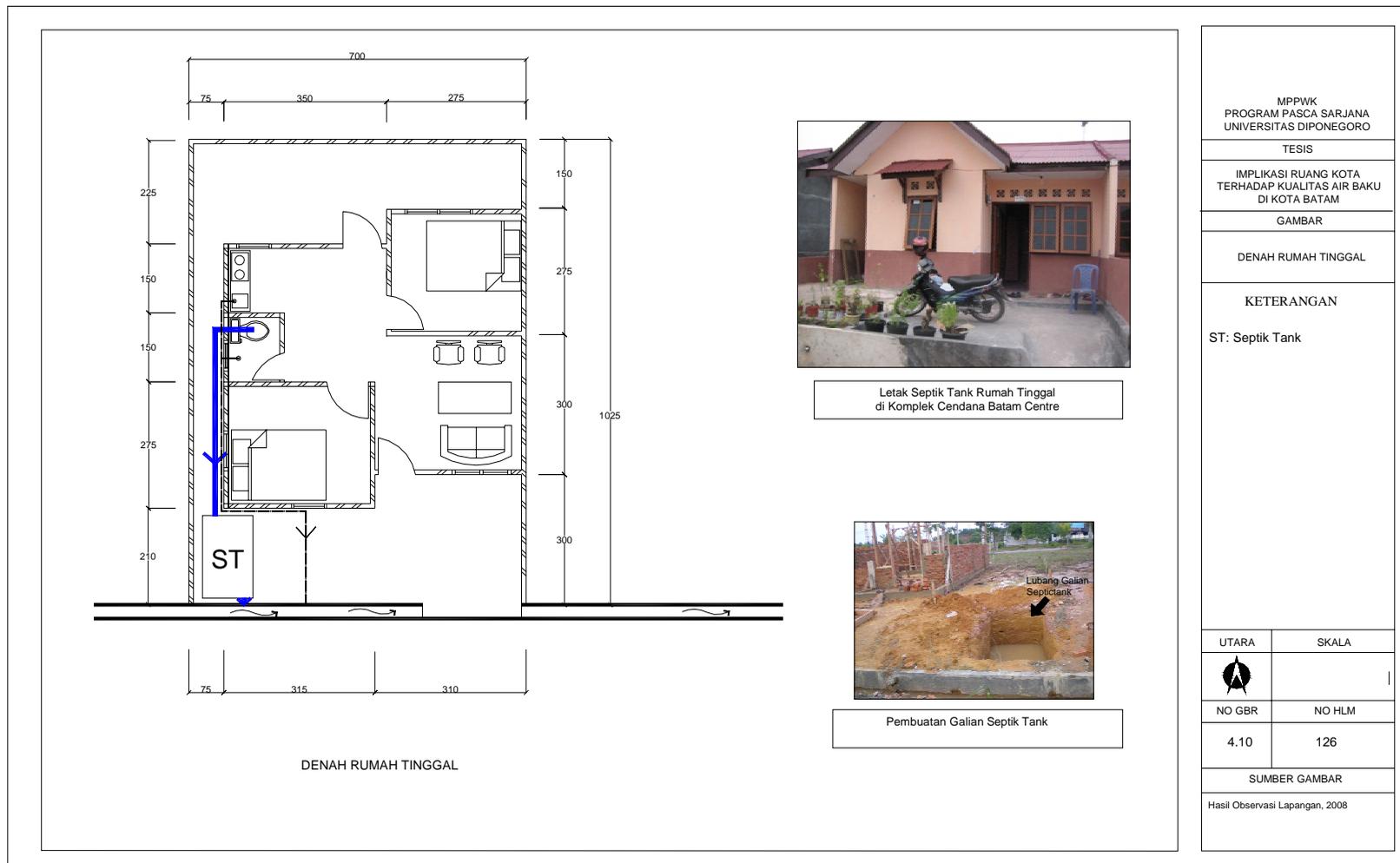
Dalam penerapannya di wilayah studi dan Kota Batam pada umumnya, mengingat rata-rata tiap rumah yang dibangun pengembang di Kota Batam tidak dilengkapi dengan resapan maka sebaiknya sebelum air dialirkan ke badan air terlebih dahulu di masukkan ke pengolahan *Constructed Wetlands* dengan sistem *subsurface flow* (Gambar 4.10, halaman 119) yang dibuat di setiap aliran drainase yang menuju Dam Duriangkang. SFS ini dibuat di dalam hutan lindung mengingat perlu lahan yang cukup luas sekaligus untuk penghijauan di dalam hutan lindung, seperti terlihat pada Gambar 4.13 (halaman 122).

Kolam SFS ini mampu mereduksi bakteri-bakteri yang dihasilkan seperti BOD hingga 90%, faecal coli bakteri sampai 98%, total nitrogen dan phospat 6,575% dan suspended solid mencapai 0,00001mg/lit. Limbah cair yang berasal dari aktivitas rumah tangga dapat dikelola sehingga buangan tersebut tidak mencemari badan air lebih jauh lagi kualitas air baku di Kota Batam dapat meningkat dan diharapkan dapat menurunkan biaya pengolahan air bersih.



*Sumber : USAID, 2006*

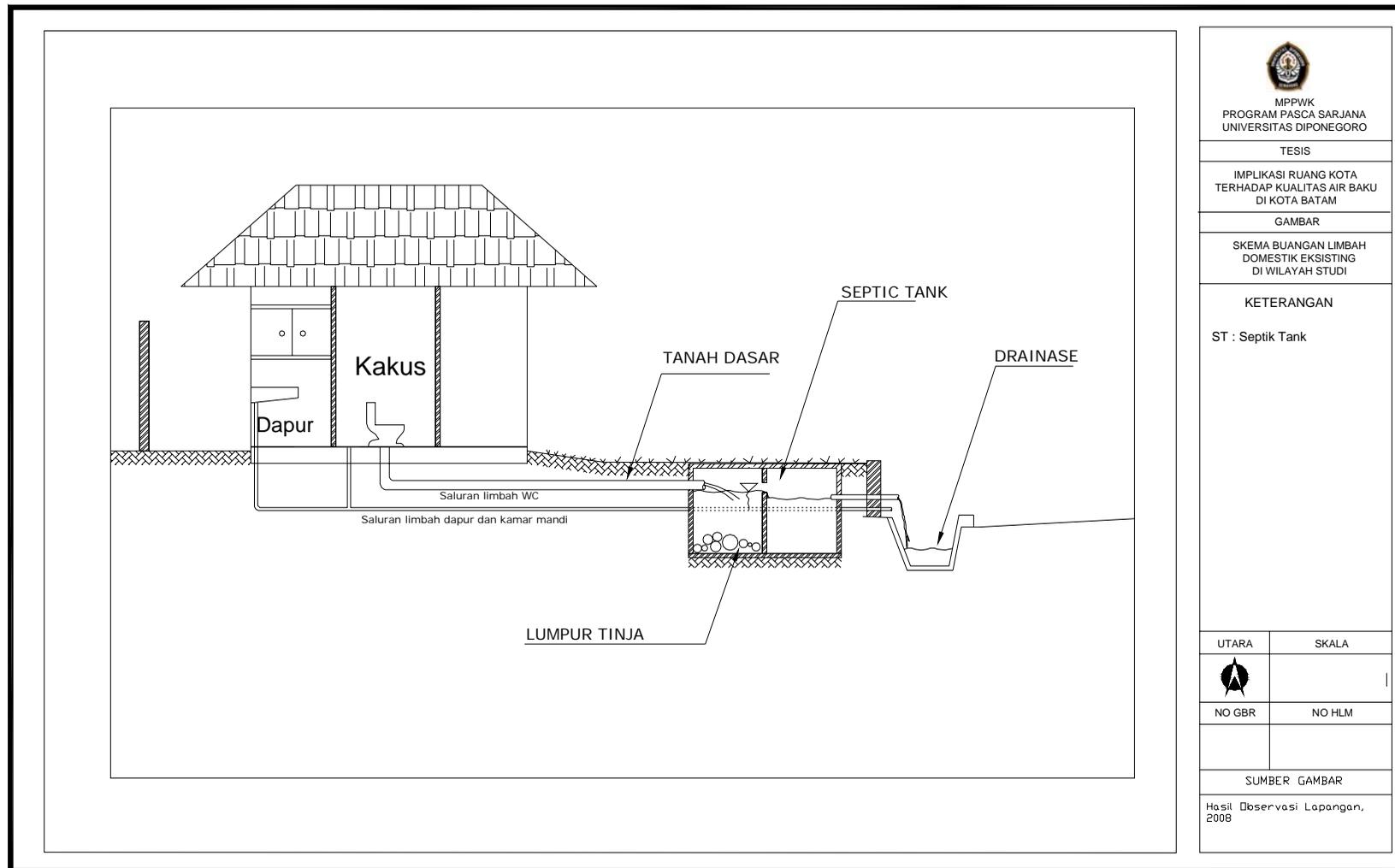
**GAMBAR 4.10**  
**PENERAPAN *CONSTRUCTED WETLAND* (CW)**



MPPWK PROGRAM PASCA SARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO	
TESIS	
IMPLIKASI RUANG KOTA TERHADAP KUALITAS AIR BAKU DI KOTA BATAM	
GAMBAR	
DENAH RUMAH TINGGAL	
KETERANGAN	
ST: Septik Tank	
UTARA	SKALA
NO GBR	NO HLM
4.10	126
SUMBER GAMBAR	
Hasil Observasi Lapangan, 2008	

Sumber :Hasil Observasi 2008

**GAMBAR 4. 11**  
**CONTOH DENAH RUMAH**



  
 MPPWK  
 PROGRAM PASCA SARJANA  
 UNIVERSITAS DIPONEGORO

TESIS  
 IMPLIKASI RUANG KOTA  
 TERHADAP KUALITAS AIR BAKU  
 DI KOTA BATAM

GAMBAR  
 SKEMA BUANGAN LIMBAH  
 DOMESTIK EKSTING  
 DI WILAYAH STUDI

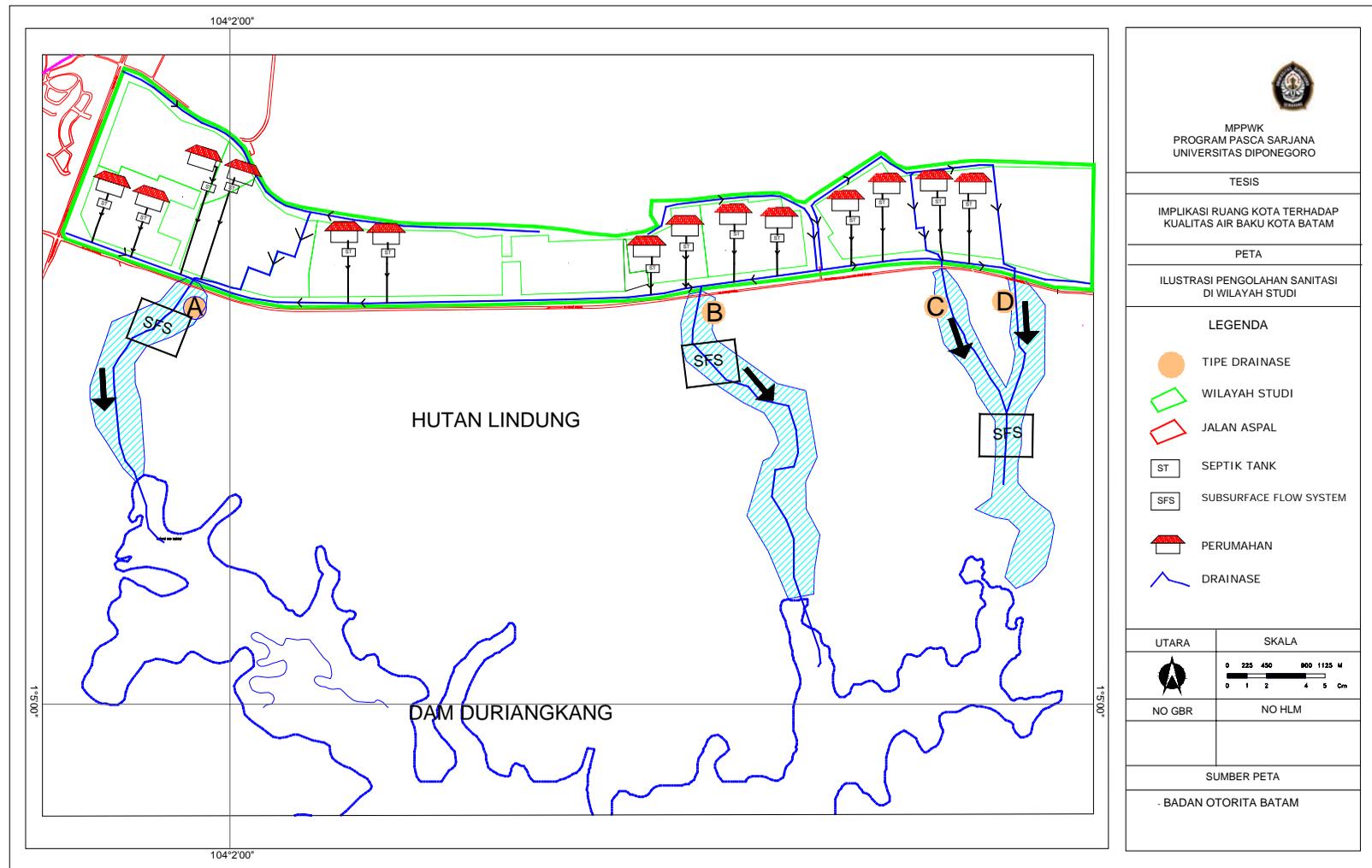
KETERANGAN  
 ST : Septik Tank

UTARA	SKALA
	1
NO GBR	NO HLM

SUMBER GAMBAR  
 Hasil Observasi Lapangan,  
 2008

Sumber : Hasil Observasi 2008

**GAMBAR 4.12**  
**KONDISI SANITASI DI KOTA BATAM**



Sumber : Hasil Analisis 2008

**GAMBAR 4.13**  
**CONSTRUCTED WETLAND DAM DURIANGKANG**

#### **4.8 Temuan Studi**

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dalam rangka menjawab *research question* dan mencapai tujuan penelitian yaitu menganalisis perubahan penggunaan lahan di sekitar wilayah Dam Duriangkang Kota Batam, menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan permukiman terhadap kualitas air baku Dam Duriangkang Kota Batam, sebelum ditarik kesimpulan, terlebih dahulu dapat disajikan temuan hasil penelitian secara empiris yaitu sebagai berikut :

**TABEL IV.7**  
**HASIL TEMUAN PENELITIAN**

NO	TEMUAN	ANALISIS
1.	Terjadi perubahan guna lahan di wilayah studi terutama lahan permukiman dan fasilitas umum yang semula berupa lahan kosong/semak dari tahun 2000 hingga tahun 2008 sebesar 18,17% dari total lahan sebesar 299,01Ha.	Peningkatan konversi lahan terutama permukiman mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air, yang pada akhirnya akan meningkatkan jumlah <i>run off</i> pada saat hujan sehingga terjadi genangan karena drainase tidak mampu menampung luapan air. Banyaknya genangan air akan membawa berbagai sampah dan kotoran mengalir menuju DAS hingga mencemari sumber air baku.
2.	Kondisi topografi dam-dam di Kota Batam, terutama Dam Duriangkang sebagai dam terbesar di Kota Batam elevasinya berada di bawah kawasan permukiman yang ada di sekitar dam tersebut dan telah dialokasikan di dalam RTRW Kota Batam tahun 2004-2014, hal ini mempunyai resiko yang cukup besar terhadap terjadinya pencemaran terutama yang berasal dari limbah rumah tangga.	Kondisi tampungan air hujan di Kota Batam yang digunakan untuk kehidupan penduduk perlu dijaga dan dilestarikan kemurniannya terutama berasal dari aktivitas penduduk yang tinggal di sekitarnya. Oleh karenanya perlu dibuat sistem pengamanan sumber air baku secara terpadu, terutama masalah sanitasi dan drainasenya.
3	Sistem sanitasi berupa septik tank yang tidak dilengkapi dengan bak resapan menjadi sumber masalah terjadinya pencemaran terhadap sumber air baku di Kota Batam.	Sistem sanitasi yang tidak sesuai dengan pedoman yang ada tidak akan berfungsi dengan baik pula, sehingga sisa limbah yang dikeluarkan masih tinggi dan dapat mencemari lingkungan sekitar serta dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Menurut Simonds dalam Jayadinata (1999:38), pencemaran (polusi) adalah suatu yang mengganggu kesehatan masyarakat. Polusi menunjukkan adanya cara yang tidak rapi, dan kekurangan dalam perencanaan jangka panjang.
4	Hasil penelitian terhadap DAS yang mengalir melalui wilayah studi menuju Dam Duriangkang, menunjukkan bahwa tingkat pencemaran sulfat yang tertinggi terjadi di DAS A (26,77 mg/l), e coli (2000MPN/100ml) dan amoniak (12,48 mg/l) di DAS C, sedangkan warna dan alkalinitas hampir sama di semua DAS, yaitu warna (12 TCU) dan alkalinitas (5 mg/l).	Perbedaan tingkat pencemaran pada masing-masing DAS dipengaruhi oleh luas wilayah yang dilalui oleh DAS dan jumlah penduduk yang ada. Paramater sulfat, amoniak dan ecoli adalah yang paling menonjol pada masing-masing DAS, hal ini menunjukkan bahwa limbah domestik yang berasal dari aktivitas penduduk cukup berpengaruh terhadap pencemaran air yang ada dalam DAS.

Berlanjut

*Lanjutan Tabel IV.7*

NO	TEMUAN	ANALISIS
5.	Beban pencemaran yang terbesar untuk sulfat (63 ton/th) dan e coli ( $4,3 \times 10^7$ MPN/th) berada pada DAS A Amonia (35 ton/th) pada DAS C, sedangkan alkalinitas di DAS B dan D antara 18-19 ton/th.	Beban pencemaran adalah jumlah suatu parameter pencemaran yang terkandung dalam sejumlah limbah. Besarnya beban pencemaran di wilayah studi diakibatkan oleh banyaknya penduduk dan jenis aktivitas yang ada seperti pasar, olah raga, bengkel dan lain-lain.
6.	Berdasarkan hasil analisis regresi terhadap data kualitas air baku Dam Duriangkang (tahun 2000 hingga tahun 2006) menunjukkan pencemaran warna, amoniak, alkalinitas dan e coli dipengaruhi secara signifikan ( $\text{sig} < 0,05$ ) oleh jumlah penduduk dan luas lahan permukiman. Tingginya pencemaran warna, amoniak dan alkalinitas dipengaruhi seiring dengan makin luasnya lahan permukiman, sedangkan tingginya pencemaran e coli dipengaruhi seiring makin banyaknya jumlah penduduk yang tinggal di wilayah studi.	Pencemaran amoniak, alkalinitas dan warna banyak didapatkan dari alam, baik yang berasal dalam tanah maupun air hujan. Namun demikian ada juga yang berasal dari buangan limbah industri juga buangan dari tubuh manusia. Sebaliknya, pencemaran e coli berasal dari kotoran manusia maupun hewan, sehingga sangat dipengaruhi oleh besarnya jumlah penduduk yang ada di wilayah studi seperti diungkapkan oleh Suripin (2004:8), bahwa makin berkembangnya penduduk di perkotaan akan semakin banyak menghasilkan limbah terutama limbah rumah tangga dan pada akhirnya dapat mengakibatkan menurunnya kualitas air baku.
7	Sekitar 80% air baku Kota Batam sudah tercemar oleh amoniak dan bakteri coli akibat banyaknya limbah domestik yang mengalir ke dam-dam di Kota Batam. Namun demikian masih memungkinkan digunakan sebagai sumber air baku jika terlebih dulu dilakukan pengolahan dan diawasi dengan ketat agar sesuai dengan persyaratan yang berlaku..	Amoniak dan E coli adalah zat pencemar air yang berasal dari feses dan urine yang sebagian besar dari limbah domestik, zat ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan terutama penyakit perut yang disebabkan <i>water diseases</i> atau penyakit yang berhubungan dengan masalah air. Menurut catatan badan Kesehatan dunia (WHO) melaporkan bahwa air limbah domestik yang belum diolah memiliki kandungan virus sebesar 100.000 partikel virus infeksius setiap liternya, lebih dari 120 jenis virus patogen yang terkandung dalam air seni dan tinja yang dapat menyebabkan berbagai penyakit antara lain leukimia, kanker ginjal, kanker syaraf juga kanker mata. (Fachrizal, 2004)

*Berlanjut*

*Lanjutan dari Tabel IV.7*

NO	TEMUAN	ANALISIS
8	Penyebab tidak dibuatnya bidang resapan karena terbatasnya lahan kavling perumahan dan jenis tanah di Kota Batam yang sulit menyerap air.	Cara mengatasi masalah pencemaran limbah rumah tangga karena tidak dilengkapi dengan sarana resapan adalah dengan metode pengolahan limbah secara komunal atau terpusat. Metode pengolahan ini dinilai dapat mengatasi masalah sanitasi di daerah padat penduduk seperti yang banyak ditemui di perkotaan, dikarenakan keterbatasan lahan. Salah satu metode sanitasi komunal adalah <i>constructed wetlands (CW) subsurface flow system (SFS)</i> yang telah berhasil di terapkan di Aceh. Pada prinsipnya metode ini meniru lahan basah buatan, yang memanfaatkan tanaman air untuk meeduksi senyawa limbah rumah tangga sehingga setelah keluar kandungan pencemarnya sudah rendah, dan diharapkan aman untuk dibuang ke sumber air baku.

Sumber : Hasil Analisis 2008

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Pengadaan air bersih di Kota Batam hanya mengandalkan cucuran air hujan dikarenakan Kota Batam tidak memiliki sumber air, hal ini telah tertuang di dalam *masterplan* Kota Batam yang mencantumkan 6 (enam) lokasi tampungan air yang berfungsi untuk menampung air hujan. Air hujan tersebut dialirkan melalui drainase kota yang melewati daerah permukiman yang berupa *run off* menuju sumber air baku di Kota Batam. Namun tanpa disadari air drainase tersebut telah tercemar oleh limbah domestik yang berasal dari air buangan daerah permukiman. Hal ini terjadi dikarenakan perencanaan yang kurang matang dari awal mengenai Kota Batam sehingga terjadi kesalahan-kesalahan secara prinsip, dimana seharusnya ada perlindungan dan pelestarian sumber air baku yang sangat ketat untuk mencegah terjadinya pencemaran sumber air baku tersebut. Tidak ada cara lain drainase yang akan masuk sumber air baku harus di olah atau di *treatment* terlebih dahulu.
2. Walaupun terdapat trend yang meningkat namun secara umum, kandungan Amonia perairan Dam Duriangkang di beberapa *inlet* dam masih berada di atas baku mutu air kelas 1, yang mensyaratkan kandungan nitrat untuk air baku air minum maksimal 0,5 mg/l berdasarkan PP No 82 tahun 2001, namun pada Dam Duriangkang sendiri masih di bawah batas yang diperbolehkan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perairan Dam Duriangkang tergolong tidak tercemar oleh senyawa nitrogen dan masih layak sebagai sumber air baku air minum. Kadar nitrogen yang tinggi dalam perairan dapat merangsang pertumbuhan algae secara tak terkendali (bloomng).

3. Nilai kandungan bakteri *coliform* yang didapatkan pada penelitian ini, secara umum menggambarkan bahwa kandungan bakteri *coliform* sudah di atas ambang batas yang diizinkan. Dapat disimpulkan bahwa perairan Dam Duriangkang termasuk dalam ambang batas yang kurang memenuhi baku mutu air sebagai sumber air baku air minum yang mensyaratkan nilai *E-coli* di bawah 100 MPN/100 ml. Pencemaran bakteri tinja (feses) di perairan sangat tidak dikehendaki, baik ditinjau dari segi estetika, kebersihan, sanitasi maupun kemungkinan terjadinya infeksi berbahaya. Mikroba patogen asal tinja yang sering menyebabkan penyakit disentri yang ditularkan melalui air mencakup *salmonella*, *shigella* dan *coliform*.
4. Produksi limbah domestik yang turut andil mencemari Dam Duriangkang merupakan hasil dari aktifitas penduduk di perumahan-perumahan di sekitar Dam Duriangkang, terutama yang berasal dari perumahan-perumahan di Batam Centre seperti Plamo Garden, Taman Duta Mas, Legenda Bali, Legenda Malaka, Taman Mediterania, Bida Asri, Kurnia Djaya Alam (KDA) dan Perumahan Cendana. Keragaman Aktifitas penduduk di perumahan-perumahan tersebut mempunyai dampak terhadap pencemaran Dam Duriangkang.

5. Melihat kecenderungan pertumbuhan penduduk Kota Batam yang cukup tinggi pada masa yang akan datang terlebih dengan akan diberlakukannya FTZ di Kota Batam, ada kemungkinan pencemaran air baku yang disebabkan limbah rumah tangga terutama e coli dan amoniak akan ikut meningkat. Untuk itu, perlu pengawasan dan pengendalian yang sangat ketat dari pemerintah dengan melibatkan masyarakat untuk menjaga kelestarian sumber air baku.

### **5.1 Rekomendasi**

Berdasarkan temuan dalam analisis pengaruh perubahan guna lahan permukiman terhadap kualitas air baku di Kota Batam, maka penulis merekomendasikan kepada Pemerintah Kota Batam hal-hal sebagai berikut :

1. Perlunya mengatasi masalah pencemaran air baku yang ditimbulkan oleh buruknya sanitasi yang ada wilayah studi dalam kaitannya dengan kebijakan pemerintah yang menjadikan kawasan Batam Centre yang berfungsi salah satunya sebagai permukiman padat penduduk sementara air limbah domestiknya ikut mengalir bersama dengan aliran drainase diarahkan menuju Dam Duriangkang. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini dengan membuat sanitasi sistem komunal atau *centralize* menggunakan metode *Constructed Wetlands (CW)* dengan sistem *subsurface flow systems (SFS)* yang *sustainable* dan ekonomis sehingga diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan terutama air baku akibat buangan dari limbah domestik maupun non domestik dari permukiman disekitarnya.

2. Memperbaiki sistem sanitasi perumahan di wilayah studi khususnya dan di Kota Batam pada umumnya sehingga akan tercipta kondisi lingkungan yang bersih dan sehat, selanjutnya dapat mengurangi beban pencemaran yang masuk ke sumber air baku.
3. Menjaga kelestarian hutan lindung dari campur tangan manusia agar tetap dapat berfungsi dalam menjaga kualitas dan kuantitas ketersediaan air baku Dam Duriangkang secara alami.
4. Memberikan sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya menjaga kebersihan lingkungan khususnya yang berada di sekitar sumber air baku, termasuk sosialisasi pembuatan resapan air limbah domestik.
5. Mengawasi dan mengendalikan proses pembukaan lahan baru yang dilakukan pengembang agar tidak terjadi banjir lumpur pada saat hujan, sehingga dapat mencemari badan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, Rabiyyatul. 2005. *Ketersediaan Sumber Air Baku*. Media Indonesia Online.
- Anonim. 2006. *Sistem Sanitasi Yang Berkelanjutan dan Sesuai Dengan Persyaratan Bangunan untuk Nanggroe Aceh Darussalam*. USAID.
- Alchalabi, Dhia. 2001. *Memantau Lingkungan Kandang Unggas*. Poultry Internasional
- Alearts, G., dan S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Artiningsih, 2003. *Pengaruh Kepadatan Bangunan Permukiman Kota terhadap Suhu Udara pada Berbagai Ekosistem Bentanglahan*. Tesis. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Arthana, I Wayan. 2006. *Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air di Sekitar Bedugul*, Bali. Program Studi Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Udayana, Bali
- Bahrums, Syamsul. 2006. *Otonomi Daerah dan Pengelolaan Air*. Pemerintah Kota Batam
- Bintarto, R. 1983. *Interaksi Desa Kota dan Permasalahannya*. Ghalia Indonesia. Jakarta
- Boyd, C.E. 1982. *Water Quality in Warm Water Fish Pond*. Auburn University Agricultural Experimenta Satation. Auburn Alabama.
- Branch, Melville. 1995. *Perencanaan Kota Komprehensif*, Pengantar dan Penjelasan (terjemahan). Djunaedi Achmad (editor). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Budiardjo, E dan Sujarto, D. 2005. *Kota Berkelanjutan*. PT. Alumni. Bandung
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman Ltd. London.
- Chapin, F. Stuart Jr. And Kaiser Edward J. 1979. *Urban Land Use Planning*. University of Illinois Press.
- Connell, D.W., and G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Y. Koestoer [Penerjemah]; Terjemahan dari: *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*. UI-Press. Jakarta.
- Daljoeni. 1992. *Geografi Baru*. Organisasi Keruangan dalam Teori dan Praktek. Penerbit Alumni Bandung.
- Davis, M.L., and D.A. Cornwell. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc. New York.
- Dojildo, J.R., and G.A. Best. 1992. *Chemistry of Water and Water Pollution*. Ellis Horwood Limited. New York.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrizal, 2004, *Mewaspada Bahaya Limbah Domestik Di Kali Mas*, UPN, Surabaya.
- Gallion, Arthur B, Eisner Simon. 1992. *Pengantar Perencanaan Kota*, Desain dan Perencanaan Kota. Penerbit Erlangga. Jakarta

- Gedy, Yunus Ruci Octavianus. 2001. *Pengaruh Perencanaan Kota*, Desain dan Perencanaan Kota. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hendersend-Seller, B., and H.R. Markland. 1987. *Decaying Lakes, The Origin and Control of Cultural Eutrophication*. John wiley & Sons. Britain.
- Haslam, S.M. 1995. *River Pollution, an Ecological Perspective*. Belhaven Press. London UK.
- Haryadi, S. 2003. *Pencemaran daerah aliran sungai (DAS)*. Di dalam Manajemen Bioregional Jabodetabek: Tantangan dan Harapan. Workshop Pengembangan Konsep Bioregional Sebagai Dasar Pengelolaan Kawasan Secara Berkelanjutan. Bogor, 4-5 Nopember 2002. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor.
- Jayadinata, Johara T. 1999. *Tata Guna Tana dalam Perencanaan Pedesaan Perkotaan dan Wilayah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Jorgensen, S.E. 1990. *Lake Management*. Pergamond Press Ltd. Oxford-Great Britain.
- Kodoatie, Robert J., 2005. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Kodoatie, Robert J. et.all. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah*. Andi. Yogyakarta.
- Ischak. 2001. *Urbanisasi dan Dampaknya terhadap Lingkungan*. Jurnal. Humaniora XIII. Volume 3.
- Lee, C.D., S.B. Wang, and C.L. Kuo. 1978. *Bhentich and fish as biological indicator of water quality with references of water pollution in developing countries*. Bangkok.
- Lutfi, Achmad. 2004. *Pencemaran Lingkungan*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mara, D. 2004. *Domestic Wastewater Treatmen in Devolving Countries*. Earthscan. London.
- Mahida, U. N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Perkins, E.J. 1974. *The Biology of Estuaries and Coastal Water*. Academi Press Co. New York.
- Pirngadi, B. H. 2004. *Pengendalian Kerusakan Lahan, Hutan dan Air*. Infomatek, Vol 6 No.1.
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Ditjen Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sastrawijaya, A.T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sastra, S. M dan Marlina. E. 2006. *Perencanaan dan Pengembangan Perumahan*. Andi. Yogyakarta
- Satari, G. 2000. *Pengelolaan dan pemanfaatan danau dan waduk*. Di dalam *Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk*. Proseding Semiloka Nasional. Universitas Padjadjaran Bandung, 7 Nopember 2000. Universitas Padjadjaran Bandung. Bandung

- Sawyer, C.N., and P.L. McCarty. 1978. *Chemistry for Sanitary Engineers*. 3th Ed. McGraw-Hill Book Company. Tokyo.
- Seda, Frans. 2003. *Membangun Indonesia Studi Kasus Batam*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Soetomo, Sugiono. 2002. *Dari Urbanisasi ke Morfologi Kota*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sugiarto, 2005. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI-Press. Jakarta
- Sujarto, Djoko. 1989. *Faktor Sejarah Perkembangan Kota dalam Perencanaan Perkembangan Kota*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB. Bandung
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- Sutrisno, C.T, dkk. 1987. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta
- Setiana, A. 1996. *Nitrate and phosphorus leaching and the impact to reservoir water quality*. Jurnal Alami 1 (1)
- Shivastava, P., A. Saxena., and A. Swarup. 2003. *Heavy metal pollution in a sewage-feld Lake of Bhopal*, (m. p) India. *Lakes & Reservoirs: Reseach and Management* 8 (1)
- Southwick, C.H. 1976. *Ecology and Quality of Our Environment*. 2nd Ed. D. Van Nostran Company. New York.
- Tanudjaja, L. 2008. *Drainase Kota di Kawasan Pesisir Pantai*. PU-SDA.
- Tebbutt, T.H. 1977. *Principle of Water Quality Control*. 2nd Ed. University of Brimingham. England.
- Wardoyo, S.T.H. 1989. *Kriteria Kualitas Air untuk Pertanian dan Perikanan*. Makalah pada Seminar Pengendalian Pencemaran Air. Dirjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Yunasfi. 2002. *Pemantauan Limbah Cair Industri untuk Sektor Kehutanan*. USU digital library.
- Yunus, Hadi Sabari. 1999. *Struktur Tata Ruang Kota*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.

## **RIWAYAT HIDUP PENULIS**



Muhammad Dicky, S.T. lahir di Yogyakarta pada tanggal 29 April 1972. Anak ke 2 dari 3 bersaudara pasangan Bapak Muhammad Suratin dan Ibu Sri Maryati. Saat ini bertempat tinggal di Perumahan Tiban Panorama Blok A-5 Kota Batam.

Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri IKIP I Yogyakarta tahun 1985, SMP Negeri 5 Yogyakarta tahun 1988, SMA Negeri 9 Yogyakarta tahun 1991. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan pada D3 Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada dan lulus tahun 1996 kemudian melanjutkan pendidikan S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada lulus pada tahun 1998. Pada tahun 2005 mendapat kesempatan melanjutkan pendidikan S2 melalui beasiswa Pusbiktekk Departemen Pekerjaan Umum pada Program Studi Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Konsentrasi Manajemen Prasarana Perkotaan Universitas Diponegoro Semarang serta dinyatakan lulus pada tanggal 4 September 2008.

Pada bulan Desember 2003 diterima sebagai Pegawai Negeri Sipil di Dinas Permukiman dan Prasarana Pemerintah Kota Batam.

Penulis menikahi Elfi Rahmi, SE pada tanggal 08 Maret 2003 dan sampai saat ini telah diberi amanah satu orang putri bernama Talita Aaliyah Zahra (lahir 12 November 2005).